



“El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”

RESUMEN

La investigación es sobre **“El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”** realizada en el sector Cajas, Cantón Cuenca, Provincia Azuay, donde se desarrolla una explotación intensiva de trucha. Utilizamos 108 hembras y 36 machos, la investigación consistió en aplicar las hormonas a los animales, en las hembras se aplicó dos dosis de 1000 UI de HCG y PMSG con intervalo de 24 hrs., y en los machos se aplicó una dosis de 1000 UI conjuntamente, aplicada con la segunda dosis a las

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



hembras, el desove y extracción de semen se realizó a las 48hrs después de la última dosis. En la parte estadística aplicamos un Diseño de Bloques al Azar (DBA) con los siguientes tratamientos HCG, PMSG y Testigo. El Análisis de Varianza (ADEVA) determino diferencias altamente significativas entre los Tratamientos (HCG y PMSG) y sus testigos en la cantidad de óvulos y espermatozoides. En las pruebas DMS al 5% para el factor Sexo se determinó que en machos resulto ser el mejor con un valor de 7.15. En la prueba de Duncan al 5% para el factor Hormona – Testigo resulto ser mejor la hormona PMSG obteniendo un valor de 5.44. En la prueba de Duncan al 5% para la interacción Sexo x Hormona + Testigo se demostró que tanto la PMSG en hembras y machos tiene los mejores resultados con valores de 3.62 y 7.25 respectivamente.

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



PALABRAS CLAVES

HCG, PMSG, inducción, superovulación, producción espermática, trucha Arco Iris, hormonas, UI, desove, extracción de semen.

INDICE

I. Introducción	8
2. Objetivo General	9
3. Objetivo Específico	10
II. Revisión de Literatura	11
2.1. Antecedentes de la trucha Arco iris	11
2.2. Fisiología de la Reproducción y Acondicionamiento	15
2.3. Manejo reproductivo mediante el uso de Preparados hormonales	50

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



2.4. Semen y Desove	68
III. Materiales y Métodos	80
1. Materiales	80
2. Métodos	83
3. Diseño estadístico y/o experimental	99
IV. Resultados y Discusión	102
V. Conclusiones	116
VI. Recomendaciones	119
VII. Resumen	121
VIII. Summary	122
IX. Bibliografía	124
Anexos	138



DERECHOS DEL AUTOR

El contenido de ésta tesis no puede ser reproducida bajo ningún sistema, sin autorización escrita de las autoras.

Adriana Auquilla

0105070510

Celia Maldonado

0104054960

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



OPINIONES DEL AUTOR

Las opiniones vertidas en el contenido de la tesis son de fácil comprensión y desarrollo, facilitando de esta manera a los consultores de esta tesis una fuente de información práctica y sencilla.

Adriana Auquilla

0105070510

Celia Maldonado

0104054960



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

"El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"

Tesis de grado previo a la obtención del título de "Médico Veterinario Zootecnista".

AUTORAS:

Adriana del Carmen Auquilla Prado

Celia Leonor Maldonado Guerrero

DIRECTOR:

Dr. Jonny Narváez

Cuenca – Ecuador

2013

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



I. INTRODUCCION

La acuicultura en la actualidad ha tomado mucha importancia debido al aumento de la demanda de la trucha y poca oferta. Los acuicultores implicados en la reproducción y cría de los peces, tienen el inconveniente de criar especies cuyo suministro de alevines depende bastante de las capturas en estado salvaje. La piscicultura de aguas frías es una actividad que se viene desarrollando desde tiempos antiguos, recientemente su desarrollo a tomado auge en el país debido a las ventajas económicas que presenta especialmente en los países como de Chile, Europa, Norte América y Australia.

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



En el año 2008 en Argentina y Chile se han venido aplicando diferentes métodos para mejorar la reproducción de los teleósteos (trucha arcoíris). Dentro de los métodos más importantes es la aplicación de gonadotropinas de mamíferos, especialmente la Gonadotropina Corionica Humana (HCG) y la Hormona del Suero de Yegua Preñada (PMSG), que han sido efectivas para inducir el desove a los teleósteos. En la presente investigación se utilizaron las hormonas mencionadas, las mismas que fueron aplicadas en dos dosis para hembras y una para machos vía intramuscular.

Se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Aplicar las hormonas HCG y PMSG frente al tratamiento testigo en el sistema de reproducción para la inducción en la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas.

Objetivos Específicos:

1. Aplicar HCG y PMSG a las truchas para provocar la superovulación en hembras y producir espermatozoides en machos.
2. Evaluar la cantidad de óvulos que producen normalmente las truchas (1000-2000 óvulos) frente a las producidas después de la aplicación del tratamiento.
3. Evaluar la cantidad de espermatozoides que normalmente producen las truchas (1cc hay de 5 a 10

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



millones) frente a los que producirán después del tratamiento.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1.

Antecedentes de la trucha Arco Iris

La trucha “Arco Iris” (*Oncorhynchus mykiss*), es una especie íctica perteneciente a la familia Salmonidae, originaria de las costas del Pacífico de América del Norte, que debido a su fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido ampliamente difundida casi en todo el mundo. **(RAGASH, 2009).**

En Ecuador, la siembra de trucha se inició en 1928, mediante un acuerdo entre el Gobierno y una empresa



canadiense que seleccionó ríos, riachuelos y lagos de la región interandina para el cultivo de dicha especie. La explotación de la trucha con fines de exportación la realizan unas pocas empresas legalmente constituidas y que practican el cultivo y algunas comunidades indígenas que proveen a los exportadores. En el año 1992 la estación piscícola "Arco Iris" del Ministerio de Industrias, Comercio, Integración y Pesca (MICIP) se concreta en la reproducción artificial de truchas destinadas a abastecer de alevines a piscicultores particulares que se dediquen al cultivo de esta especie. **(MORA; UYAGUARI; OSORIO, 2004).**

Taxonomía de la Trucha arco iris

Reino:	Animal
--------	--------

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Sub Reino:	Metazoa
Phylum:	Chordata
Sub Phylum:	Vertebrata
Clase:	Osteichthyes
Sub Clase:	Actinopterygii
Orden:	Isospondyli
Sub Orden:	Salmoneidei
Familia:	Salmonidae
Género:	Oncorhynchus
Especie:	Oncorhynchus mykiss
Nombre Vulgar:	"Trucha Arco Iris"

CUADRO N°1. "TAXONOMÍA DE LA TRUCHA"

FUENTE: INFORMACIÓN PROMPEX, MIN. PRODUCCIÓN, SEA-FOOD TODAY, 2009

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



2.1.1. Anatomía de la Trucha arco iris

Su morfología es muy variable, la cabeza es grande provista de dientes. Tiene dos aletas dorsales, la primera con 9 a 11 radios ramificados y la segunda aleta adiposa. Las escamas son muy pequeñas y su número es de 110 a 115 en la línea lateral. La coloración es variable, normalmente con manchas negras y rojas extendiéndose hasta el opérculo. **(PUMA, 2008).**

2.1.2. Descripción Animal

El cuerpo de la trucha se divide en tres regiones: Región Cefálica, Región Torácica y Región Caudal.

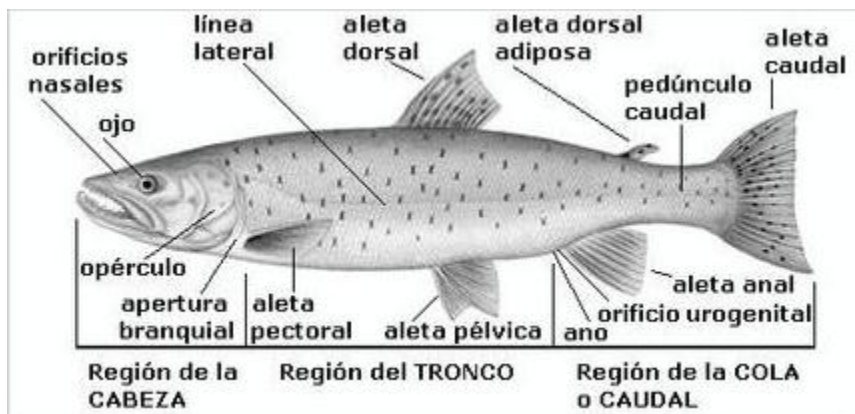


FIGURA N°1 “CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PECES, FORMA Y ANATOMÍA EXTERNA”

FUENTE: RENES, 2012

2.2.

FISIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO

2.2.1.

Características de los reproductores

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



Los machos de la trucha arco iris siempre son de mayor tamaño y durante la etapa de reproducción suelen desarrollar dimorfismo sexual, la trucha tiene un ciclo reproductor anual, siendo una condición indispensable que el macho y la hembra sean adultos y sexualmente maduros. **(CASTILLO, 2005).**

Durante el proceso de maduración sexual, las truchas van sufriendo una serie de cambios morfológicos en su aspecto, los cuales hacen que uno pueda distinguir fácilmente los machos de las hembras, dos de los cambios más notorios sucede en el macho, uno de ellos es en el maxilar inferior debido a que este sufre un proceso de prolongación, así como una ligera curvatura dorsal del cuerpo. **(CASTILLO, 2005).**



FIGURA N°2 “TELEOSTEO HEMBRA”
FIGURA N°3 “TELEOSTEO MACHO”

FUENTE: Adriana Auquilla
Leonor Maldonado

La reproducción de la trucha en cautiverio se inicia aproximadamente en abril y se prolonga hasta el mes de septiembre en el sector del Cajas. Los periodos del desove son anuales, es decir, las truchas desovan una vez por año esta actividad se realiza tanto en ambientes naturales como en forma artificial en las piscigranjas (método controlado). **(RAGASH, 2009).**



Los síntomas más característicos de la hembra en periodo de reproducción es que el vientre se encuentra abultado por los huevos, muestra el poro genital turgente y rosáceo. El macho presenta el cuerpo más alargado y la primera aleta dorsal teñida ligeramente de blanco. **(RAGASH, 2009).**

2.2.2.

Hipotálamo

Las neuronas hipotalámicas cuyos axones forman la neurohipófisis, son del tipo denominado células neurosecretoras. Estas responden a una señal eléctrica procedente del cerebro, liberando un mensajero químico en el terminal del axón, uniendo así la brecha entre la

información nerviosa y la hormonal. Sus cuerpos celulares forman varios grupos independientes o "núcleos" dentro del hipotálamo que pueden diferenciarse tanto anatómicamente como en base a sus propiedades de coloración. **(HARVEY; HOAR, 2000)**

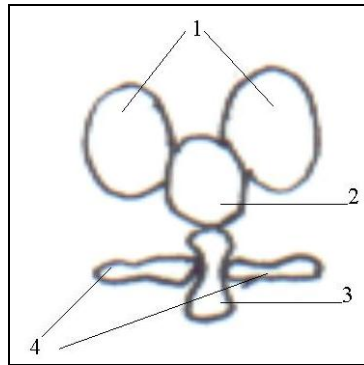


FIGURA N°4 "SISTEMA NERVIOSO" 1, hipófisis; 2, hipotálamo; 3, lóbulo olfatorio; 4, lóbulos visuales
FUENTE: ARMARIO, 1996

Los sistemas nervioso – endocrino de los vertebrados actúan conjuntamente para coordinar los eventos

reproductivos de los teleósteos, siendo el eje hipotálamo-hipófisis gónada el que controla dicho proceso. La percepción de estímulos ambientales como el fotoperiodo y la temperatura entre otros está regida por el sistema nervioso e incluye el paso desde los receptores sensoriales al cerebro. **(PATIÑO; SULL, 2002).**

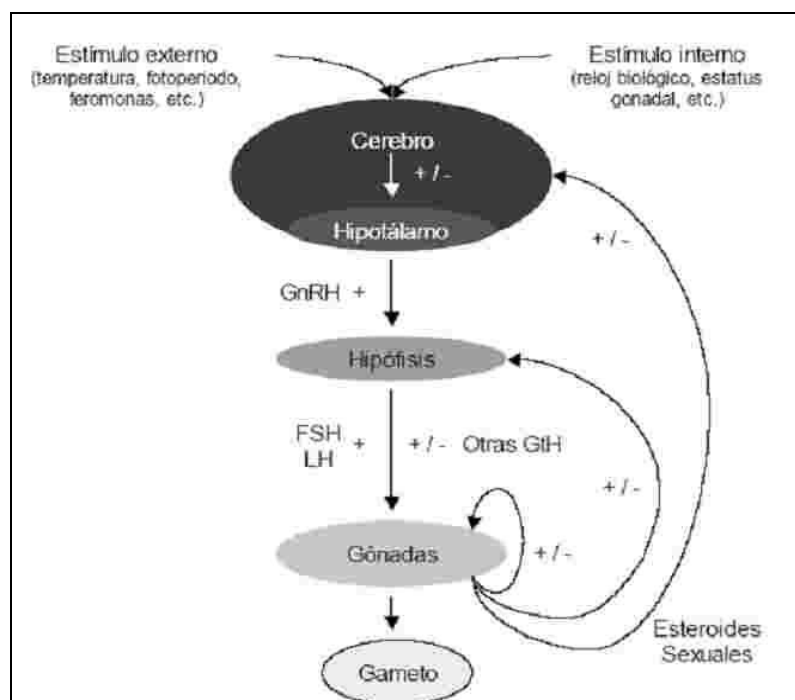


FIGURA N°5. “EJE CEREBRO-HIPOFISIS-GONADA”
FUENTE: PATIÑO; SULL, 2002

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



De manera general, el funcionamiento del eje consiste la recepción del estímulo ambiental por diversos órganos sensores de los peces. Estos estímulos son dirigidos al cerebro que funciona como un centro integrador y transmisor de la información. Dentro del cerebro, la región más importante desde el punto de vista endocrino es el hipotálamo. El hipotálamo conforma la unión entre el sistema nervioso central (principalmente el cerebro) y el sistema endocrino. El hipotálamo es responsable de la síntesis y secreción de los factores liberadores de hormonas gonadotrópicas (GnRH). **(PATIÑO; SULL, 2002).**

Se encuentra asociado a la glándula endocrina conocida como hipófisis o glándula pituitaria, responsable de la



secreción de varias hormonas reproductivas y no reproductivas. **(PATIÑO; SULL, 2002).**

2.2.3.

Hipófisis

La hipófisis está presente en todos los vertebrados y se encuentra situada en la base del III ventrículo, alojada en la silla turca. En vertebrados, la hipófisis consta de una porción nerviosa, la *neurohipófisis*, constituida por axones de células neurosecretoras que proyectan a la hipófisis y de una porción endocrina, la *adenohipófisis*, constituida por células secretoras no nerviosas. Desde el punto de vista anatómico, la adenohipófisis de peces teleósteos presenta tres partes diferenciadas:

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



a) Pars distalis rostralis (PDR), en la posición más rostral de la glándula. En ella se localizan las células lactotropas o productoras de la hormona lactotropa (prolactina, PRL), y las células corticotropas o productoras de la hormona estimulante de las cápsulas adrenales (adrenocorticotropina, ACTH).

b) Pars distalis proximalis (PDP), en posición caudal a la PDR. Contiene las células somatotropas o sintetizadoras de la hormona del crecimiento (somatotropina, GH), células tiotropas o productoras de la hormona estimulante del tiroides (tiotropina, TSH), y células gonadotropas o sintetizadoras de las hormonas estimulantes de las gónadas (gonadotropinas, GTH I y GTH II).

c) Pars intermedia (PI), localizada en la parte más caudal de la glándula. En ella se hallan las células melanotropas o productoras de la hormona estimulante de los melanocitos (melanotropina, MSH), y las células somatolactotropas o sintetizadoras de la hormona somatolactina (SL). **(LAIZ; MARTÍN; MANCERA, 2005).**

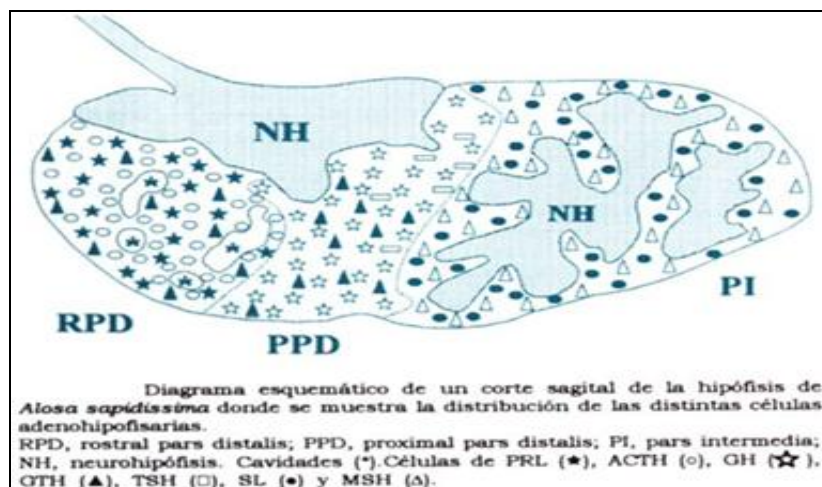


FIGURA N°6 “CORTE SAGITAL DE LA HIPOFISIS”
FUENTE: LAIZ; MARTÍN; MANCERA, 2001



La neurohipófisis deriva del suelo del infundíbulo, mientras que la adenohipófisis se origina por formación de una placoda en el techo del ectodermo bucal. La neurohipófisis se puede dividir en tres regiones: el *tallo neural*, el *lóbulo neural* y la *eminencia media*. La eminencia media está en contacto con la *pars distalis* de la adenohipófisis mediante vasos sanguíneos que transportan las neurosecreciones desde el cerebro hasta la adenohipófisis. Sin embargo, la eminencia media no está presente en peces teleósteos, por lo cual las neurosecreciones que controlan la actividad de las células adenohipofisarias penetran directamente hasta la pars distalis y vierten su contenido en el entorno de sus células diana. Esta inervación directa de la adenohipófisis característica de peces ha sido de gran utilidad para ver qué factores cerebrales tienen actividad hipofisiotrófica,

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



ya que éstos pueden ser detectados en fibras presentes en el entorno del tipo celular cuya actividad están regulando. **(MUÑOZ, 2011).**

Las hormonas secretadas por la *neurohipófisis* son péptidos de 9 aminoácidos, si bien se denominan octapéptidos porque las dos cisteínas existentes se encuentran unidas por un puente disulfuro formando una molécula de cistina. Estos péptidos son sintetizados por células neurosecretoras del hipotálamo anterior, almacenándose en gránulos neurosecretores en forma de prohormona, unidos a glicoproteínas y a unas proteínas transportadoras denominadas *neurofisinas*. En teleósteos, dentro de estos péptidos neurohipofisarios se distinguen péptidos básicos como la arginina vasotocina y péptidos neutros como la isotocina, según tengan

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



aminoácidos básicos o neutros en la posición. **(HARVEY; HOAR, 2000; MUÑOZ, 2011).**

2.2.4Gonadotropinas

Los factores del medio ambiente son los responsables de la inducción inicial del desarrollo gonadal, las hormonas producidas por el sistema endocrino son las que controlan éste proceso. **(PATIÑO; SULL, 2012).**

Los sistemas nervioso y endocrino de los vertebrados actúan conjuntamente para coordinar los eventos reproductivos de los teleósteos, siendo el eje hipotálamo-hipófisis-gónada el que controla dicho proceso. **(PATIÑO; SULL, 2012).**



El esquema general del control hormonal que ejerce el sistema neuroendocrino sobre el proceso de ovogénesis y espermatogénesis es el siguiente:

Fotoreceptores de la retina o quimiorreceptores del epitelio olfatorio son los encargados de captar y convertir los estímulos ambientales en señales electroquímicas que se dirigen vía neuronas sensoriales al cerebro y de ahí al hipotálamo, donde son procesadas induciendo a la secreción de hormonas peptídicas como (hormonas liberadoras de gonadotropina), éstas hormonas se dirigen a la glándula pituitaria o hipófisis donde inducen y regulan la producción de hormonas GtH hormona gonadotropina. Existen dos tipos de hormonas gonadotropinas producidas y secretadas por Parte de las células



gonadotropinas de la hipófisis: La GtH I o hormona folículo estimulante FSH y la GtH II o hormona Luteinizante LH, ambas hormonas son secretadas al torrente sanguíneo llegan a las gónadas, estimulando a través de receptores específicos la producción de esteroides. Tanto FSH como LH estimulan la producción de esteroides en el testículo y ovario de Teleósteos, sin embargo la función esteroídogénica de ambas sobre las gónadas depende del estadio de desarrollo de éstas, así mientras que FSH y LH tienen una potencia esteroídogénica similar en fases tempranas de la gametogénesis la LH es más potente que FSH durante las fases finales de ésta. **(PATIÑO; SULL, 2012).**

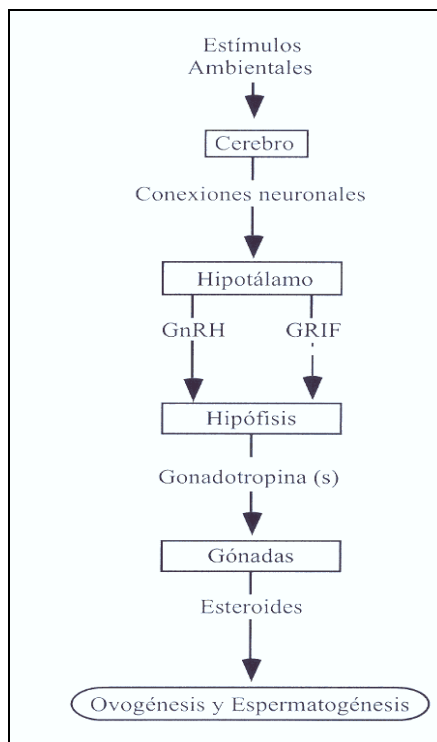


FIGURA N°7 “ENLACES NEURO-ENDOCRINOS DEL EJE HIPOTÁLAMO-HIPÓFISIS-GÓNADA”. GnRH hormona liberadora de gonadotropina, GRIF factor inhibidor de la liberación de gonadotropina.

FUENTE: PATIÑO R., 2012

2.2.5. Ovario

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



Los ovarios también son internos, usualmente longitudinales y se originan como estructuras pares, pero a menudo se fusionan y se acortan. Están suspendidos de la parte superior de la cavidad del cuerpo por un par de mesenterios, bajo la vejiga natatoria y desembocan por el oviducto y salen por el gonoporo (también sobre el ano). El tamaño y distribución de los ovarios varía con el estado de maduración sexual de la hembra. Cuando están maduros los ovarios forman algo así como el 70% del peso del cuerpo. **(HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2000).**

Aquí existen numerosos pliegues recubiertos de epitelio germinal. Las células germinales (las ovogonias que derivan del endodermo) se multiplican por mitosis y se transforman en ovocitos primarios sin vitelo, deteniéndose

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



la meiosis en la profase de la primera división meiótica hasta la maduración. Los ovocitos primarios pasan por la vitelogénesis, y en ella el vitelo se deposita en el ovoplasma. Durante la maduración, se elimina el primer corpúsculo polar y la segunda división meiótica se detiene en la metafase. Los óvulos son desovados en esta fase, y el segundo corpúsculo polar sólo es eliminado tras la fertilización. **(PTASZYNSKA, 2007)**

2.2.5.1. Características del Ovario

El ovario está formado por un tejido de soporte o estroma ovárico y células de diversos tipos. Aparece recubierto de una membrana serosa peritoneal que constituye el epitelio germinal y en cuyo tejido conjuntivo laxo



aparecen vasos sanguíneos y terminales nerviosas, así como tejido adiposo. Bajo la capa serosa se encuentra la túnica albugínea formada por tejido conjuntivo denso, y un manto muscular liso constituido por dos capas, una externa longitudinal y una interna más gruesa y circular. De esta capa muscular parten haces de tejido conjuntivo laxo, que se entremezclan con fibras musculares lisas hacia el interior de ovario y separan diferentes lamelas ováricas. Las lamelas ováricas son pliegues del estroma que se proyectan hacia la luz del ovario. Cada lamela ovárica aparece recubierta por un epitelio simple plano, que la separa de la luz. En el estroma aparecen distintos elementos celulares. Los folículos ováricos se originan a partir del epitelio germinal y están constituidos por las ovogonias u ovocitos, y por otras células somáticas de función diversa. Son las células de la granulosa y las

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"

células de la teca, que constituyen la envoltura folicular y que presentan un desarrollo más o menos sincrónico con las células de la línea germinal. El ovario se prolonga por un oviducto que termina en la papila o poro genital. En los teleósteos ovíparos, los ovocitos que se ovulan se mantienen hasta la puesta en la cavidad ovárica. (MUÑOZ, 2011).

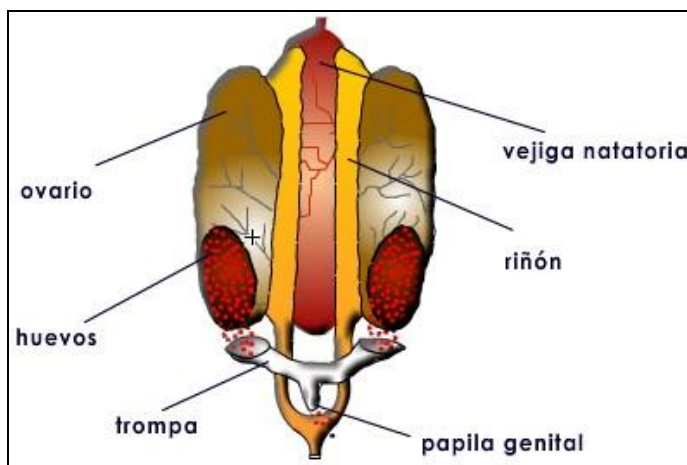


FIGURA 8. "LOS OVARIOS"

FUENTE: HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2000

2.2.5.1.1. Fases de desarrollo del Ovario

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



2.2.5.1.1.1.Oogénesis

Es el proceso de formación de las células gaméticas femeninas dentro del ovario. En un principio, el ovario inmaduro está compuesto sólo por epitelio germinativo. A partir de este epitelio germinativo se originan los folículos ováricos que a su vez están constituidos por las oogonias y las células somáticas. **(DAZA; LANDINES; SANABRIA, 2005).**

2.2.5.1.1.2. Previtelogénesis

O crecimiento primario se caracteriza por la existencia de dos tipos celulares: *ovogonias* y *ovocitos primarios*. Las

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



ovogonias, que proliferan por sucesivas divisiones mitóticas, presentan un núcleo grande con un 36 licoproteína patente; se encuentran en el epitelio del lumen ovárico e incluso en la cresta germinal. La transformación de las ovogonias en ovocitos primarios, se produce en el momento en que entran en la primera división meiótica, quedando detenidos en la fase de diplotene. Las células somáticas extienden sus prolongaciones celulares separando los ovocitos continuos y dando origen a la unidad folicular definitiva, con una capa folicular o granulosa y una lámina basal. El tejido conjuntivo vascularizado (teca) rodea entonces a los folículos y, más externamente, aparece una capa de epitelio ovárico. Los ovocitos primarios, antes de iniciarse la vitelogénesis, experimentan una serie de transformaciones que afectan al núcleo, al 36 licoproteína

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



y al citoplasma: el ovocito comienza un período de crecimiento y aparecen múltiples 37 lycoproteína que suelen situarse en la periferia del núcleo (estado perinucleolar). En este estado la configuración filamentosa de los cromosomas es muy evidente y se asocia a un incremento de los procesos de transcripción. Durante esta fase el ovocito incrementa enormemente su volumen (aproximadamente 1000 veces) y aparece rodeado por células foliculares de aspecto escamoso. Es en esta fase cuando las microvellosidades del ovocito contactan con las células foliculares. A continuación, se originan los alveolos corticales, unas vesículas más o menos esféricas que se componen de 37 lycoproteína y glicoproteínas. Estos alveolos corticales liberan su contenido al espacio perivitelino en el momento de la fecundación, por lo que no se pueden considerar como

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



vitelo. En esta fase se originan 38l icoproteína las vacuolas o glóbulos lipídicos, que están constituidos por lípidos de diferente naturaleza y de origen endógeno. (MUÑOZ, 2011).

2.2.5.1.1.3. Vitelogénesis

Fase donde el oocito experimenta un aumento de tamaño prolongado y sostenido. En los meses anteriores a la puesta, se produce un crecimiento drástico del ovario de la mayoría de los teleósteos (desde menos del 1% hasta un 20%, dependiendo de la especie). Este crecimiento es debido al cúmulo de grandes reservas nutritivas o vitelo por parte de los oocitos. Por ejemplo, en la trucha arco iris el oocito joven posee un promedio de 20 μm de diámetro



y al término de su desarrollo es de alrededor de 4 mm. Si esta síntesis llega a ocurrir dentro del ovocito se lo conoce como vitelogénesis endógena y si ocurre fuera se lo denomina vitelogénesis exógena. **(VALDEBENTO; PAIVA; BERLAND; 2011).**

2.2.5.1.1.4. Síntesis de la Vitelogenina

La vitelogenina (VTG) es la principal precursora macromolecular de los constituyentes de vitelo, destinados a satisfacer las necesidades energéticas del embrión, se trata de una proteína exclusivamente femenina que circula a nivel plasmático al inicio del crecimiento ovocitario. **(BURGOS, 2003).**



La síntesis de la vitelogenina es estimulada por el aumento de los niveles de estrógeno provenientes de las células foliculares. Estos esteroides se dirigen al hígado, en donde después de entrar en contacto con receptores citoplasmáticos flaquean la barrera nuclear para unirse con el elemento de respuesta hormonal localizado en el DNA, lo que permitirá el inicio de la transcripción del gen de la VTG por el RER. La molécula es subsecuentemente procesada por el aparato de golgi, donde es glicosilada como condición para salir al torrente sanguíneo. Por esta vía se dirige al ovario para entrar de manera selectiva al interior del ovocito por vasos capilares localizados en la teca, y alrededor de la capa superior del ovocito, mediante un proceso de macropinocitosis mediado por receptores especializados, los cuales la reconocen específicamente uniéndose a la región en donde se

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



encuentra el fosforo como grupo prostético de la molécula de VTG. **(BURGOS, 2003).**

2.2.5.1.1.5

Maduración

La estimulación hormonal desencadena la maduración del ovocito, tras la cual este será liberado en el lumen del ovario. El inicio de este estado está marcado por la migración del núcleo hacia la periferia del citoplasma y la fusión de su membrana. Se produce entonces la primera división meiótica, por la cual una de las células haploides se quedaría con la totalidad del material citoplasmático, mientras que la otra, denominado primer cuerpo polar, degenerará. La liberación del segundo cuerpo polar, tras



la segunda división meiótica, ocurre tras la ovulación.
(VINATEA, 2000; SABORIDO, 2008).

2.2.5.1.1.6.

Ovulación

Esta es la última etapa consiste en la expulsión del oocito hacia el lumen del ovario. En esta fase, las células foliculares se separan de la membrana coriónica del oocito, ocurre una ruptura de las células foliculares, éstas se contraen y expulsan al oocito. El proceso está mediado por la LH que estimulan la síntesis de esteroides sexuales como en la maduración. Su efecto se observa en la degradación y ruptura de la capa de células foliculares. Otra hormona que actúa en la ovulación es la prostaglandina (PG) secretada por el folículo ovárico, que

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



estimula el proceso de contracción folicular. **(DA SILVA; VINATEA; ALCANTARA; 2000).**

2.2.5.1.1.7. Regulación Hormonal en Hembras

En la hembra, los principales esteroides reproductivos son los estrógenos (principalmente el estradiol-17 β), que induce la producción de vitelogenina (vitelo) en el hígado. La vitelogenina es transportada por la sangre hacia los ovarios, donde es incorporada en los gránulos de vitelo de los ovocitos vitelogénicos. Los progestágenos (principalmente 17 α -20 β -dihidroxi-4- pregnen-3-ona y 17 α -20 β -2-trihidroxi-4-pregnen-3-ona) inducen la maduración final de los ovocitos. La LH es significativamente más activa que la FSH para estimular

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



la producción de 17α -hidroxi- 20β -dihidroxiprogesterona (Esteroido Inductor de la Maduración, MIS) para la reiniciación de la meiosis al final del ciclo sexual de la hembra. Un pico de LH es la condición necesaria para la producción in vivo de MIS. La MIS estimula la producción del Factor Promotor de la Maduración (FPM). Este factor no esteroideo contiene dos componentes: la kinasa y la ciclina B. La MPF desencadena el mecanismo celular del metabolismo de la vesícula germinal (GVBD), la reiniciación de la meiosis y la hidratación de los ovocitos justo antes de la ovulación. **(PTASZYNSKA, 2007).**

2.2.6.

Testículos

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Los testículos en los peces son internos y longitudinales. Se originan como estructuras pares y permanecen así en la mayoría de las especies. Están suspendidos por mesenterios alargados en la sección superior de la cavidad del cuerpo y se les puede localizar hacia los lados, a todo lo largo, o por debajo de la vejiga gaseosa, cuando este órgano está presente. El tamaño y color varían de acuerdo al estado de maduración de estos órganos y al grado de maduración del pez. Los testículos tienen un aspecto blanquecino, y son más lisos que los ovarios, ocupando una posición muy similar a la de estos. **(HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2000).**

Se encuentra envuelto de una capa celular de tipo fibroso denominada túnica albugínea, y está compuesto de una porción intersticial y de otra porción lobular o tubular,

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"

según las especies. La porción intersticial se localiza entre los lóbulos testiculares y está compuesta por células intersticiales o *células de Leydig*, fibroblastos, vasos sanguíneos y vasos linfáticos. En la porción lobular o tubular se localizan las células de la línea germinal y las células somáticas o *células de Sertoli*. (MUÑOZ, 2011).

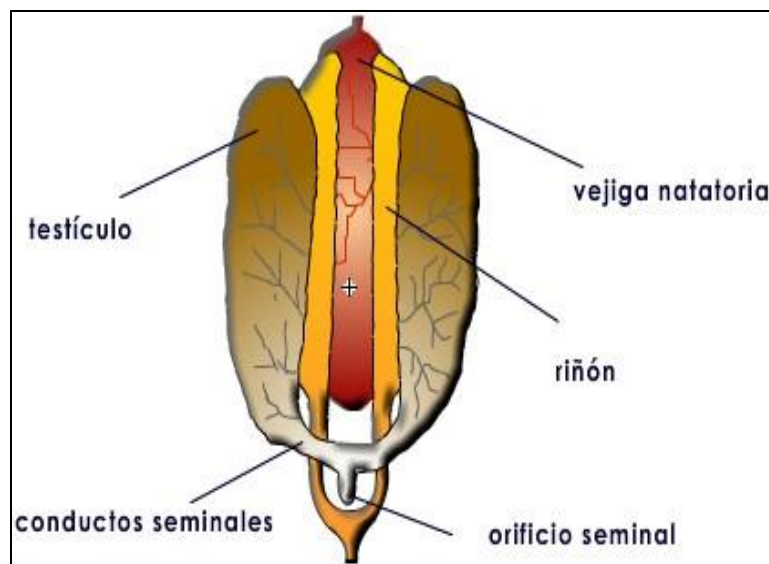


FIGURA 9. “LOS TESTICULOS”
FUENTE: HICKMAN; ROBERTS;

LARSON, 2000

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



2.2.6.1.

Fases de desarrollo testicular

2.2.6.1.1.

Espermatogénesis

La *espermatogénesis* en teleósteos tiene lugar en estructuras císticas del testículo delimitadas por las células de Sertoli. Cada ciste contiene células que parecen originarse por divisiones mitóticas a partir de una misma espermatogonia, ya que se encuentran en el mismo estadio de espermatogénesis y avanzan en su desarrollo de forma sincrónica. Generalmente, se habla de la existencia de distintos tipos de espermatogonias (espermatogonias A, B, etc.), que se diferencian por la tasa de proliferación y el estado de desarrollo. Después

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



de experimentar una serie de divisiones mitóticas, las espermatogonias empiezan la división meiótica y se transforman en espermatoцитos. También se consideran distintos tipos de espermatoцитos según su tamaño, apariencia general y aspecto nuclear. Tras la segunda división meiótica, los espermatoцитos se transforman en espermátidas. **(PTASZYNSKA, 2007; MUÑOZ, 2011).**

2.2.6.1.2.

Espermiogénesis

Consiste en la transformación de las espermátidas en espermatozoides. Los espermatozoides, que experimentan una serie de transformaciones morfológicas, aparecen en la luz del lóbulo testicular y viajan hacia el conducto espermático, donde adquieren su

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



motilidad característica y la capacidad de fertilización.
(PTASZYNSKA, 2007; PATIÑO; SULL, 2012).

2.2.6.1.3.

Regulación Hormonal

En los machos, los dos esteroides gonadales más frecuentes son 11-ketotestosterona (11KT) y la testosterona (T), y se cree que son los probables controladores de una serie de procesos que definen el desarrollo de los testículos y la espermatogénesis. En la mayoría de los teleósteos estudiados, el desarrollo testicular coincide con el aumento de los niveles circulantes de 11-ketotestosterona (11- KT) y en menor intensidad de la testosterona (T). La 11-KT es considerada como el principal andrógeno en los machos y

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



es el producto de la transformación enzimática de la testosterona, vía 11β -hidroxitestosterona en las células intersticiales de Leydig. La testosterona parece ser el estimulador más efectivo de las actividades hipotalámica e hipofisiaria, con la posterior activación testicular. (CRISCUOLO, 2005).

2.3.

MANEJO REPRODUCTIVO MEDIANTE EL USO DE PREPARADOS HORMONALES

2.3.5.

Hormona Liberadora de Gonadotropina (GnRh)

La GnRH induce la secreción de FSH y LH. Sin embargo, existen datos que muestran que la GnRH no puede estimular la secreción de FSH. La regulación

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



neuroendocrina de la secreción de LH en los peces teleósteos se realiza, fundamentalmente, bajo el control de un sistema neurohormonal dual. La secreción de LH es estimulada por la GnRH e inhibida por la dopamina, que funciona a modo de factor inhibidor de la secreción de gonadotropinas. La dopamina actúa directamente a nivel de la hipófisis para modular las acciones de la GnRH, además de la secreción espontánea de LH, y también inhibe la secreción de GnRH. **(PTASZYNSKA, 2007).**

Esta inhibición tónica de la dopamina sobre la GnRH depende del estradiol, evitando los niveles altos durante la vitelogenesis la secreción de LH. El descenso en la concentración de estradiol al final de este proceso da



como resultado la finalización de la inhibición por parte de la dopamina. **(PTASZYNSKA, 2007).**

La GnRH es una hormona responsable de la liberación de hormona estimulante del folículo (FSH) y de hormona luteinizante (LH) de la pituitaria anterior. La GnRH es sintetizada y liberada en las neuronas del hipotálamo. **(CANEPA, 2010; MUÑOZ, 2011).**

La GnRH se considera una neurohormona, es decir, una hormona producida en una célula neuronal y liberada en sus terminales neuronales. Un área clave para la producción de GnRH es la zona preóptica del hipotálamo, que contiene la mayoría de las neuronas secretoras de GnRH. La GnRH es secretada en el torrente sanguíneo portal hipofisiario, en la eminencia media. La sangre

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



portal lleva la GnRH a la glándula pituitaria, que contiene células gonadotropas donde la GnRH activa su propio receptor. La interacción de la GnRH con su receptor desencadena una cascada de reacciones intracelulares que se inicia con la activación de la proteína G, y conduce a la producción de segundos mensajeros del tipo del inositol trifosfato, diacilglicerol o iones calcio que estimulan la síntesis y secreción de las gonadotrofinas FSH y LH. **(CANEPA, 2010; MUÑOZ, 2011).**

2.3.5.1. Receptores de gonadotrofinas en los Teleósteos y sus mecanismos de acción

La GnRH actúa sobre receptores específicos en los gonadotropos hipofisarios. Inicialmente los receptores



están distribuidos en forma regular sobre la superficie celular. La unión de la GnRH con su receptor induce la formación de nuevos receptores que luego son “internalizados”. El complejo hormona-receptor es degradado en el interior de la célula y gran número de receptores regresa a la superficie celular. Este fenómeno es conocido como *regulación hacia arriba*. Si la exposición a la GnRH es continua, los receptores “internalizados” no retornan a la superficie, produciendo la *regulación hacia abajo*. Los receptores de GnRH son regulados por muchas sustancias, entre ellas incluidas la misma GnRH, la inhibina, la activina y los esteroides sexuales. **(MUÑOZ, 2011).**

En la trucha arcoíris, el receptor de LH ha sido purificado a partir de membranas plasmáticas de ovario y se ha



demonstrado que posee un solo sitio de unión de alta afinidad para gonadotrofinas. En el testículo de trucha arcoíris en regresión, el número de receptores para LH es muy bajo y se va incrementando durante la gametogénesis hasta llegar a su máximo en el momento de la espermiación. En el ovario de la trucha el número de sitios de unión para gonadotrofinas aumenta al iniciarse la vitelogénesis, se mantiene constante conforme esta progresa y se eleva bruscamente en el momento de la ovulación. **(MUÑOZ, 2011).**

2.3.6. Hormona Luteinizante (LH) y Hormona Folículo estimulante (FSH)

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Existen dos tipos de hormonas gonadotropinas producidas y secretadas por Parte de las células gonadotropinas de la hipófisis: La GtH I o hormona folículo estimulante FSH.y la GtH II o hormona Luteinizante LH , ambas hormonas son secretadas al torrente sanguíneo llegan a las gónadas, estimulando a través de receptores específicos la producción de esteroides sexuales. **(PATIÑO; SULL, 2012).**

En el testículo la LH actúa específicamente sobre las células de Leydig (localizadas en el espacio intersticial entre los túbulos seminíferos) estimulando la producción de andrógenos. Por otra parte, la FSH actúa sobre las células de Sertoli (localizadas dentro del túbulo seminífero formando la barrera hemato-testicular) estimulando la producción de la proteína de unión de los

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



andrógenos (ADP), de la inhibina, de la transferina, de la actividad aromataza, transformando la testosterona producida en estradiol, etc. La FSH también actúa estimulando la proliferación de las espermatogonias (células germinales iniciales). La progresión de espermatogonia a espermatozoo maduro es un proceso que depende principalmente de la producción de andrógenos por las células de Leyding. Estos andrógenos también tendrán un papel importante sobre procesos de desarrollo y mantenimiento de caracteres sexuales primarios y secundarios, incluso de comportamiento. **(PLANAS, 2005).**

En el ovario la FSH actúa sobre las células de la granulosa que envuelven al oocito estimulando la producción de estradiol mediante la estimulación de la

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



expresión y actividad de la enzima aromataza. La FSH también estimula la proliferación de las oogonias (células germinales primordiales) y, actuando conjuntamente con la propia LH, estimula el crecimiento de los oocitos. A lo largo de la fase de crecimiento ovárico, la función principal de la LH es la de estimular la producción de andrógenos por las células teca, que serán aromatizadas a estrógenos en las células granulosa. Una vez se ha producido la liberación del óvulo fertilizable (proceso conocido como ovulación), el resto del folículo ovárico bajo la influencia de la LH, se transforma en el cuerpo lúteo y entonces produce progesterona como principal esteroide sexual. **(PLANAS, 2005).**

2.3.7. Hormona Gonadotrofina Corionica Humana (HCG)

(Chorulon)

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Desde principios de la década de 1960, la hCG ha sido usada ampliamente para la inducción de la maduración gonadal y del desove en los peces. La gonadotropina coriónica humana (hCG) desempeña funciones análogas a la hormona luteinizante; la cual inicia la maduración final de los ovocitos en estos peces. Este evento se efectúa entre los estadios de vitelogénesis y de ovulación y comienza con la reanudación del ciclo meiótico en la profase I y termina en la metafase II, donde se detiene el ciclo meiótico que luego se activará durante la fecundación. **(COFFMAN, 2000).**

2.3.3.1.

Farmacodinamia en la Hembra y Machos

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



La estructura de la HCG es muy similar a la de la LH por lo que, como era de esperar, muchas de sus características fisiológicas son similares. La gonadotropina corionica humana estimula las células intersticiales del ovario, produce ovulación, provoca la luteinización de las células granulosas, mantiene la vida funcional del cuerpo lúteo y aumenta la secreción de progestina por las células luteinizadas. Como la LH, la gonadotropina corionica humana aumenta la acción de la FSH sobre el crecimiento de los ovarios. **(PTASZYNSKA, 2007).**

En la hembra los esteroides producidos por las células de la granulosa y la teca de los folículos ováricos son la 17-



hidroxi-progesterona y la 17-hidroxi-20-dihidroxiprogesteron. Estos dos esteroides estimulan la maduración, ovulación y la absorción de agua por parte de los ovocitos. **(PTASZYNSKA, 2007).**

El principio activo de Chorulon es HCG, una glicoproteína compleja con actividad de hormona luteinizante (LH). En la hembra, la hCG se puede utilizar para estimular la maduración del folículo en desarrollo e inducir la ovulación que desencadene la luteinización de las células de la granulosa, para mantener la vida funcional del cuerpo lúteo y aumentar la secreción de progesterona por las células luteinizadas. La hCG también aumenta la acción de FSH sobre el crecimiento ovárico. En el macho, la hCG estimula la producción de testosterona en influye

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



en desarrollo y mantención de los caracteres sexuales masculinos primarios y secundarios. **(INTERVET, 2009).**

2.3.3.2.

Farmacocinética

La HCG es administrada por inyección intramuscular. El nivel máximo en suero de HCG es alcanzado de 4 a 12 horas después de la inyección (dosis-dependiente) y disminuyendo después con una vida media de 29-36 horas. **(MEJIA; RODRIGUEZ; LOPEZ, 2009).**

La HCG es eliminada renalmente. De 10 a 20% puede ser encontrada en su forma original en orina, mientras que la cantidad principal es probablemente excretada

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



como fragmentos de beta-central. **(MEJIA; RODRIGUEZ; LOPEZ, 2009).**

2.3.3.3.

Indicaciones y dosis

La aplicación de gonadotropinas de mamíferos, especialmente la gonadotropina coriónica humana (HCG), ha sido efectiva en inducir al desove de organismos tropicales. Con un tiempo de desove de 48 a 56 h después de la inducción. **(MEJÍA; RODRÍGUEZ; LÓPEZ, 2009; BOZA; VALVERDE; CALVO; RAMÍREZ; RODRÍGUEZ, 2011).**



Es necesario evaluar la dosis adecuada desde el punto de vista económico y fisiológico de cada especie para evitar la aplicación de dosis muy altas, con márgenes de seguridad estrechos que se reflejan en: hemorragias, desoves parciales, obstrucción del poro genital, mala calidad de los huevos e incluso hasta la mortalidad de los reproductores. **(MEJÍA; RODRÍGUEZ; LÓPEZ, 2009; BOZA; VALVERDE; CALVO; RAMÍREZ; RODRÍGUEZ, 2011).**

Las dosificaciones usadas para las distintas especies de peces oscilan normalmente entre 1000-4.000 U.I/kg de peso corporal, la dosis suele ser menor para los machos (Vicente Gracia, 2004; Gallo, Toro, Monti y Paredes 2008). Las truchas normalmente están produciendo entre



1000-2000 huevos y al utilizar la hormona se espera que lleguen a producir el doble de lo normal. La inyección se administra por vía intramuscular. **(PTASZYNSKA, 2007).**

2.3.4. Hormona del Suero de Yegua Preñada (PMSG)

Folligon contiene la hormona Gonadotropina Serica de Yegua Prenada (PMSG o Gonadotropina Corionica Equina) en forma de un polvo blanco cristalino liofilizado, junto con un disolvente para su reconstitución. **(PTASZYNSKA, 2007).**

2.3.4.1.

Farmacodinamia en la Hembra y el Macho

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



El principio activo del Folligon es la PMSG, una glicoproteína compleja. La PMSG es una gonadotropina con actividades de hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH). En las hembras, la PMSG estimula el crecimiento y la maduración de los folículos. En el macho, la PMSG estimula el desarrollo del tejido intersticial del testículo y la espermatogénesis. **(PTASZYNSKA, 2007).**

La LH induce un incremento en los niveles de semen producidos a través de la estimulación de la producción del plasma seminal, y estimula la capacidad de movimiento del espermatozoide a través de un ascenso del pH en el plasma seminal. **(PTASZYNSKA, 2007).**

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



2.3.4.2.

Farmacocinética

Alcanza concentraciones máximas séricas entre las 12 y las 24 horas post-administración. Presenta una vida media de 5 días, posee pues un largo tiempo de actividad lo que favorece su uso en una sola dosis, esta a su vez es eliminada renalmente, en su forma original en orina. (FAO, 2000).

2.3.4.3.

Indicaciones y dosis

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Puede usarse para el manejo de la reproducción y para el tratamiento de trastornos reproductivos en los animales

Las dosificaciones usadas normalmente para las distintas especies de peces son de 1000UI/kg de peso corporal. La inyección se administra por vía intramuscular. **(FAO, 2000).**

2.4. SEMEN Y DESOVE

2.4.5. Recogida del esperma

Consiste en obtener espermatozoides (leche) de la cavidad abdominal del macho, en forma manual con suaves masajes en el abdomen, utilizando la yema de los dedos; se recomienda no alimentar un día antes del



desove para evitar la mezcla de heces, y el cansancio de los peces. **(GALLEGOS; PARI, 2010).**

2.4.6. Características

La mayoría de los espermatozoides de peces teleósteos presentan una estructura primitiva y carecen de acrosoma, por lo que fecundan los oocitos penetrando a través del micrópilo, una pequeña abertura (o varias, dependiendo de la especie) en las membranas del oocito que permite el contacto definitivo de las membranas de ambos gametos. **(VALDEBENITO; FLETCHER; VERA; FERNÁNDEZ, 2009).**

En peces teleósteos de fecundación externa, los espermatozoides se encuentran inmóviles en el tracto genital del macho y son activados sólo después de tomar

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



contacto con el medio acuoso, ya sea en agua dulce, salobre y/o fluido ovárico. (**VALDEBENITO; FLETCHER; VERA; FERNÁNDEZ, 2009**).

2.4.2.1. Características Macroscópicas

2.4.2.1.1. Color

El semen normal es homogéneo, cremoso y blanco lechoso.

2.4.2.1.2. Volumen

Se mide directamente dentro del recipiente de recolección, por lo cual se recomienda siempre utilizar un tubo aforado para recibir el semen. Esta característica se

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



expresa en mL y su valor puede utilizarse posteriormente para calcular el número de espermatozoides presentes en la muestra, así como la cantidad de espermatozoides obtenidos por kilogramo de reproductor. La cantidad de semen producida por un reproductor depende de muchos factores, incluyendo desde la especie hasta la habilidad del técnico que realiza su extracción. **(GUARNIZO, 2007).**

2.4.2.2. Características Microscópicas

2.4.2.2.1. Concentración

Varios factores pueden afectar la concentración espermática de los peces, entre los cuales se pueden mencionar los factores ambientales y la época de la



estación reproductiva. La concentración espermática es una de las medidas cuantitativas más importantes utilizadas en la investigación y la rutina de la evaluación del semen de peces de fecundación externa e interna, para maximizar el aprovechamiento del material fecundante y para así obtener mejores resultados en la fertilización. **(GUARNIZO, 2007).**

En peces teleósteos la concentración espermática puede variar de 2×10^6 a 6.5×10^{10} espermatozoides por mililitro de semen. **(GUARNIZO, 2007).**

2.4.2.2.2. Motilidad



La motilidad del espermatozoide es considerada como uno de los parámetros más utilizados para determinar la calidad del semen. Los espermatozoides de los peces son inmóviles en el testículo, y en muchas especies también en el plasma seminal. Los espermatozoides adquieren progresivamente el potencial de movilidad a través de su pasaje por el conducto espermático, permaneciendo inmóviles hasta ser liberados al medio acuoso donde diferentes factores interactúan para desencadenar una respuesta que produce la activación de la movilidad. **(TABARES; TARAZONA; OLIVERA, 2005).**

Los espermatozoides de los peces al ser liberados al medio ambiente acuoso, deben responder a condiciones



fisicoquímicas como: cambios en la presión osmótica, balance iónico y pH. **(TABARES; TARAZONA; OLIVERA, 2005).**

2.4.2.2.3. Membrana espermática

La membrana espermática juega un papel fundamental en la respuesta del espermatozoide al entorno, las características propias de la membrana del espermatozoide le confieren la capacidad dinámica para regular diferentes actividades celulares y rutas de señalización que pueden conducir entre otros a la activación de la movilidad espermática. Es por esto que la integridad de la membrana es un requerimiento absoluto para las funciones que cumple, consecuentemente su

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



pérdida resultará en muerte celular. **(TABARES; TARAZONA; OLIVERA, 2005).**

La composición y organización lateral de la membrana plasmática regula la afinidad por factores de adhesión, controla la permeabilidad de solutos hidrofílicos y dirige eventos de fusión y señalización celular (10). Las propiedades de la membrana están dadas por la proporción lipídica: 70% de fosfolípidos; 25% de lípidos neutros (especialmente colesterol) y 5% glicolípidos (7, 25) y por su organización asimétrica en los diferentes dominios de membrana que le dan una fluidez especial. **(TABARES; TARAZONA; OLIVERA, 2005).**

2.4.3. Desove

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Se calcula que cada hembra desova de 1000 a 2000 huevos, esto depende de varios factores del tamaño de la trucha y de su edad reproductiva, la que a medida que pasa el tiempo le juega en contra. De la alimentación del medio, del estado del pez, etc. Otro dato importante es que una vez efectuado el desove los ovocitos fertilizados, eclosionaran de 20 a 50 días aproximadamente, en función de la temperatura del agua. A mayor temperatura menor será el tiempo en que eclosionen los mismos. **(CEDROLA, 2011).**

Los indicadores para identificar si una hembra está apta para ovular son los siguientes:

- Abdomen blando.

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



- Liberación de ovas a través del poro genital.
- Vaciamiento de los márgenes del poro al poner a la hembra de “cabeza”.
- El poro adquiere el color rojizo. **(GALLEGOS; PARI, 2010).**

El desove es la expulsión de los óvulos en las hembras.

Existen dos métodos para el desove artificial:

- Método seco (no es recomendable ya que los huevos en contacto con el agua sufren un proceso de hidratación cerrándose el micrópilo del huevo, impidiendo la fecundación).
- Método húmedo (más recomendado ya que asegura la apertura del micrópilo). **(GALLEGOS; PARI, 2010).**

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



2.4.3.1. Recogida de las Huevas

Consiste en obtener los **óvulos** (huevos) de la cavidad abdominal de la trucha hembra, en forma manual con suaves masajes en el abdomen, utilizando la yema de los dedos; se recomienda no alimentar un día antes del desove para evitar la mezcla de heces, y el cansancio de los peces. **(GALLEGOS; PARI, 2010).**

Las ovas deben ser recibidas en platos blancos de porcelana bien limpios y trabajo ejecutado en un lugar protegido de los rayos solares. **(GALLEGOS; PARI, 2010).**



2.4.3.2. Calidad de las Huevas

La calidad de huevos deben ser evaluados a simple vista, (color anaranjado homogéneo): si los huevos se pasaron del tiempo de fertilidad es recomendable eliminar todo el lote (huevos con punto amarillo). **(GALLEROS; PARI, 2010).**



III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Materiales de Campo

Biológicos

- Truchas hembras en edad reproductiva
- Truchas machos en edad reproductiva

Físicos

- Guantes
- Estanques

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



- Jeringas de 5ml
- Balanza
- Cámara fotográfica
- Overol
- Botas de caucho
- Redes

Químicos

- Desinfectante
- Hormona Corionica Humana (HCG)
- Suero de yegua preñada (PMSG)

3.1.2. Materiales de laboratorio

Biológicos

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



- Semen de trucha
- Óvulos de trucha

Físicos

- Microscopio
- Cámara de Neubauer
- Porta objetos
- Cubre objetos
- Tubos de ensayo
- Vaso milimetrado

Químicos

- Aceite de inmersión
- Solución salina formulada
- Colorante eosina nigrosina
- Agua destilada

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



- Rosa de Bengala 3 %

3.2. MÉTODOS

3.2.1.

AREA DE ESTUDIO

3.2.2.

Generalidades del Área

El área de investigación está localizada en la Provincia del Azuay; en el Cantón Cuenca, sector el Cajas, situada a 16 Km de la vía Cuenca – Molleturo – Naranjal.

3.2.3. Constantes Meteorológicas

- Altitud 3500 m.s.n.m.
- Temperatura:
 - Mínima de 8°C
 - Máxima 12-18°C

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



- Humedad: 74%
 - Coordenadas: Latitud Sur 2° 42' - 2° 58'
Longitud Oeste 79° 05' - 79° 25'
- FUENTE: ETAPA

3.3.

Técnica de campo

Las actividades que hemos realizado en la investigación se realizaron de la siguiente manera:

- Seleccionamos el lugar el cual se encuentra ubicado en la vía Cuenca-Molleturo-Naranjal en el km 16 sector El Cajas.

- Construimos fosas de 6 x 15 m, de paredes encementadas las cuales dividimos en seis compartimientos homogéneos (2x5).



FIGURA N° 10. “CONSTRUCCIÓN DE FOSAS”
FUENTE: Adriana Auquilla
Leonor Maldonado



FIGURA N°11. “COLOCACIÓN DE MALLAS”
FUENTE: Adriana Auquilla
Leonor Maldonado



FIGURA N°12. “COLOCACIÓN DE MALLAS”
FUENTE: Adriana Auquilla
Leonor Maldonado

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



- Canalización del agua desde la orilla del río hasta la poza con tubo de 6 pulgadas
- Una segunda canalización fue desde la poza hasta el río para evitar el estancamiento del agua.
- Colocamos mallas en las entradas y salidas del agua para evitar el ingreso de impurezas.
- Adquirimos 144 animales con una edad de un año y medio hasta dos años y medio, las mismas que tenían una longitud de 40 a 60 cm, en el que estuvieron incluidos 108 hembras y 36 machos, de los cuales formamos 6 unidades experimentales que constaron de 6 hembras y 2 machos.



		HCG	PMSG	TESTIGO
Unidades Experimentales	1	8	8	8
	2	8	8	8
	3	8	8	8
	4	8	8	8
	5	8	8	8
	6	8	8	8

CUADRO N° 2. "UNIDADES EXPERIMENTALES"

ELABORADO POR: Adriana Auquilla

Leonor Maldonado

- Adaptamos los animales al medio.

 Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



- La alimentación se realizó con Balanceado Piscis # 3/16 el mismo que fue administrado tres veces al día, presentado la siguiente composición:

HUMEDAD	12%
PROTEINA	39.50%
GRASA	13%
FIBRA	3.50%
CENIZAS	12%

CUADRO N°3 "COMPOSICION ALIMENTO"

ELABORADO POR: Adriana Auquilla

Leonor Maldonado

- Aplicamos los distintos tipos de hormonas a los diferentes grupos; la aplicación se realizó en el día, con la

participación de dos personas ya que la manipulación de los animales fue difícil.

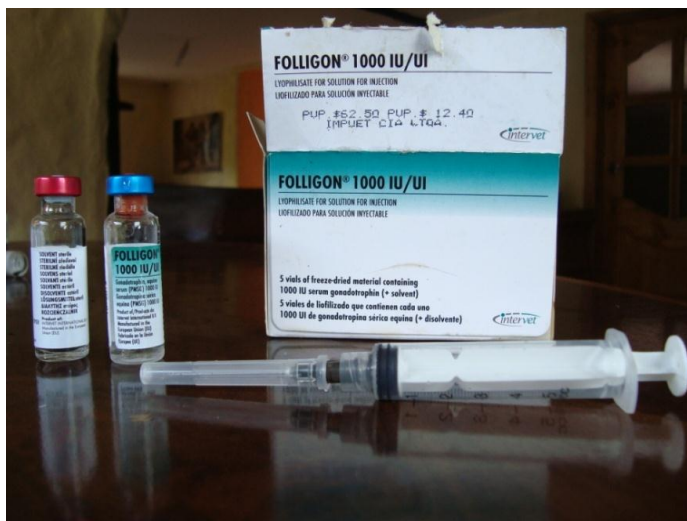


FIGURA N°13 “HORMONA PMSG”
FUENTE: Adriana Auquilla
Leonor Maldonado

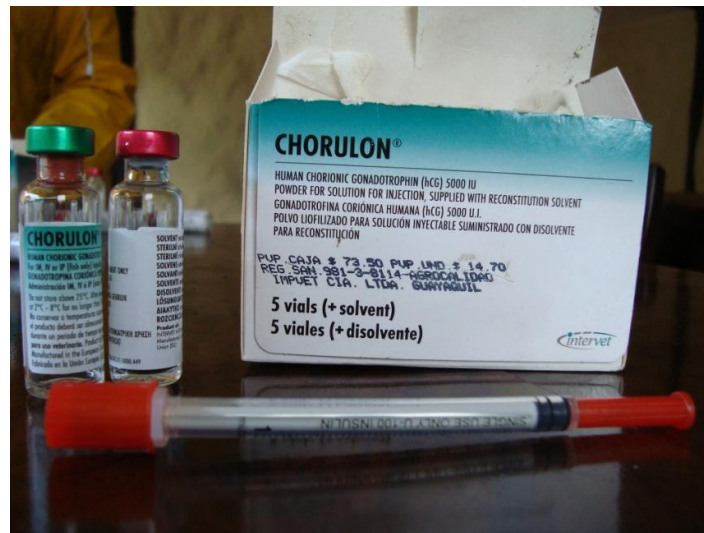


FIGURA N° 14 “HORMONA HCG”
FUENTE: Adriana Auquilla
Leonor Maldonado

- Las hormonas se aplicaron en la musculatura dorsal del pez de la siguiente manera, teniendo en cuenta que la HCG (Chorulon) y la PMSG (Folligon) se aplicaron dos veces a las hembras con un intervalo de 24 horas y a los machos se le colocó la hormona durante la segunda aplicación a la hembra:

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



CUADRO N°4 “DOSIS DE LAS HORMONAS”
ELABORADO POR: Adriana Auquilla
Leonor Maldonado

	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C
SEXO	FOOLLIGON	CHORULON	Sin Tratam.
Hembra	1000 UI (2)	1000UI (2)	O
Macho	1000 UI	1000UI	O

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



FIGURA N°15 “APLICACIÓN DE LA HORMONA”
FUENTE: Adriana Auquilla

Leonor Maldonado

- Después de la última aplicación de las hembras se esperó 24 horas para realizar el desove y extracción del semen.



FIGURA N°16 “DESOVE”

FUENTE: Adriana Auquilla

Leonor Maldonado



FIGURA N°17 “EXTRACCIÓN DEL SEMEN”

FUENTE: Adriana Auquilla

Leonor Maldonado

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”

- El conteo de huevos se realizó por pesaje ya que estos animales producen de 1000- 2000 huevos, presentando un tamaño de 4 a 5 mm



FIGURA N°18 “CONTEO DE HUEVOS”
FUENTE: Adriana Auquilla
Leonor Maldonado

3.4. Método de laboratorio

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



3.4.1. Evaluación del Semen de la Trucha

Procedimiento

1. Observamos directamente en el tubo de recogida.
2. Para calcular la concentración
 - Una alícuota de semen se diluye (1:40) en solución salina formulada.
 - Colocamos una gota de la mezcla anterior en la cámara de Neubauer y determinamos la concentración con un microscopio óptico.

3.4.2. Evaluación de la Membrana Espermática

Tinción eosina-nigrosina

Procedimiento

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



1. Se realizó una extensión de una gota de semen con eosina – nigrosina y se valoró en un microscopio de contrastes de fases de 100 y 400 aumentos.
2. Se contó un mínimo de 200 células y extrapolar el porcentaje de células vivas.
3. El uso de la eosina-nigrosina puede producir morfologías anormales en los espermatozoides, especialmente defectos en la cola.

3.6.3. Motilidad Espermática

Procedimiento

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



- Se colocó una gota de semen sobre un portaobjeto y se cubre.
- El preparado se colocó sobre una platina térmica de menor aumento se evaluó la motilidad masal.
- Este es el movimiento de grandes masas de espermatozoides en forma de ondas.
- La motilidad se midió en una escala de 0 a 5, se considera un material apto con calificación de 3 o más.



4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para medir el efecto de la aplicación de las hormonas, en el producción de porcentajes de superovulación y producción espermática, se utilizó el Diseño de Bloques al Azar (DBA), en un Arreglo Factorial 2 x 3, que dan seis tratamientos y tres repeticiones, dando un total de 18 unidades experimentales.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_a + \beta_b + (\alpha\beta)_{ab} + \delta_j + \epsilon_{ijk}$$

Modelo matemático:

Donde:

μ = Constante general común a todas las observaciones.

α_a = Efecto principal del factor A (Sexo).

β_b = Efecto principal del factor B (Hormona).

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



$(\alpha\beta)_{ab}$ = Efecto de la interacción entre los dos factores A x B.

δ_j = Efecto del bloque.

ϵ_{ijk} = Efecto del Error Experimental.

Tratamientos

1. **HCGH** = 2000UI de HCG en Hembras de un año y medio hasta dos años y medio.
2. **HCGM** = 1000 UI de HCG en Machos de un año y medio hasta dos años y medio.
3. **PMSGH** = 2000 UI de PMSG en Hembras de un año y medio hasta dos años y medio.
4. **PMSGM** = 1000 UI de PMSG en Machos de un año y medio hasta dos años y medio.
5. **HT** = Hembras testigo.
6. **MT** = Machos testigo.

4.1. CONFORMACIÓN DE LOS BLOQUES

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Se utilizaron 18 unidades experimentales, cada uno de estas unidades estuvo formada por 8 teleósteos; se conformaron 3 bloques o repeticiones, tratando de que sean lo más homogéneos posibles en cuanto a la edad y tamaño.

El primer bloque quedó conformado con los teleósteos con una edad promedio de 18 meses; el segundo bloque lo conformaron los teleósteos con una edad de 18 meses y el tercer bloque con teleósteos cuya edad promedio fue de 17 meses.



FIGURA N°19 “BLOQUES EXPERIMENTALES”

FUENTE: Adriana Auquilla
Leonor Maldonado

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

De conformidad a los objetivos específicos planteados, se obtienen los siguientes resultados.

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



CUADRO N° 1 Cantidad de óvulos y espermatozoides por tratamientos, transformados en Log X del anexo 2 del Cuadro N°3.

Tratamientos	Repeticiones			Σ TRAT.	\bar{x}_i
	I	II	III		
HCGH	3,58	3,59	3,59	10,75	3,58
PMSGH	3,60	3,63	3,62	10,85	3,62
TH	3,25	3,28	3,26	9,80	3,27
HCGM	7,14	7,21	7,24	21,59	7,20
PMSGM	7,12	7,29	7,35	21,76	7,25
TM	7,03	6,98	7,00	21,00	7,00
Σ REP.	31,72	31,97	32,07	95,76	5,32

FUENTE: DATOS DE LA INVESTIGACION

ELABORADO POR: Adriana Auquilla

Leonor Maldonado

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



CUADRO N° 1.1. Datos de Óvulos y Espermatozoides por sexo y tratamiento.

Hormonas	Sexo		Σb	$\bar{x}b.$
	H	M		
HCG	10,75	21,59	32,35	5,39
PMSG	10,85	21,76	32,61	5,44
Testigo	9,80	21,00	30,80	5,13
Σa	31,40	64,36	95,76	
$\bar{x}a.$	3,49	7,15		

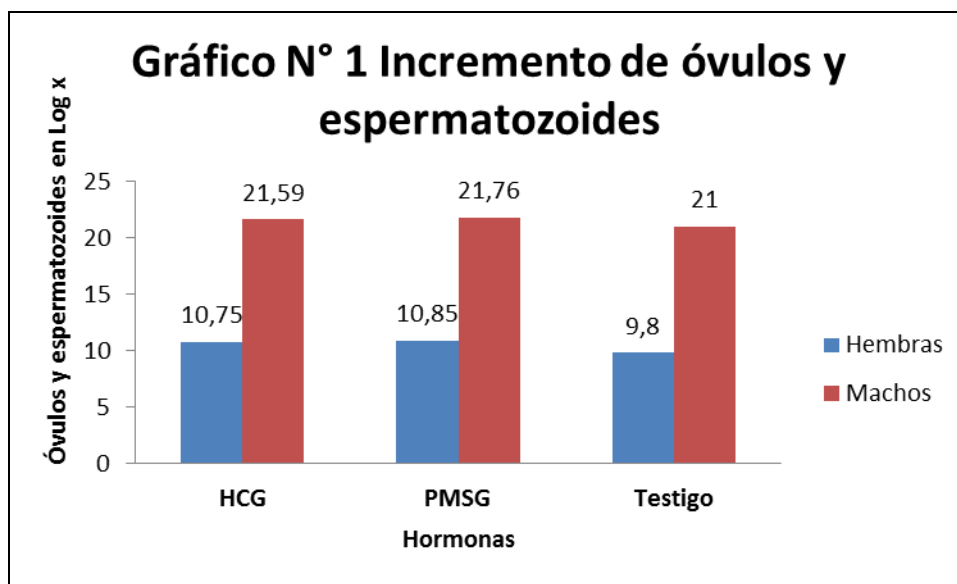
F de V	gl	SC	CM	FCal	F tab	
					0,05	0,01
Total	17	60,732	-			
(Tratamientos)	(5)	(60,694)	12,139	4499,264**	3.33	5,64

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Sexo	1	6,898	6,898	2556,614**	4.96	10,04
Hormona + T	2	37,394	18,697	6930,112**	4.1	7,56
S x H + T	2	16,402	8,201	3039,741**	4.1	7,56
Repeticiones	2	0,011	0,005	2,013NS	4.1	7,56
E Experimental	10	0,027	0,003			



CUADRO N° 1.2. Análisis de Varianza (ADEVA) de la producción de óvulos y espermatozoides de teleósteos.

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



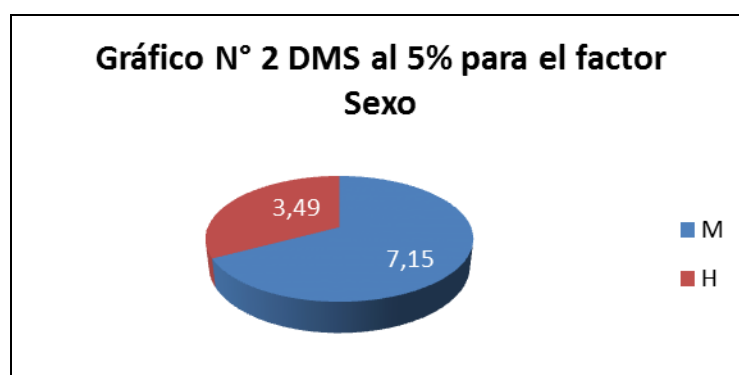
C.V = 1,03%

CUADRO N° 1.3. Prueba de DMS al 5% para el factor Sexo.

Sexo	M	H
\bar{x}_a	7,15	3,49

a

b



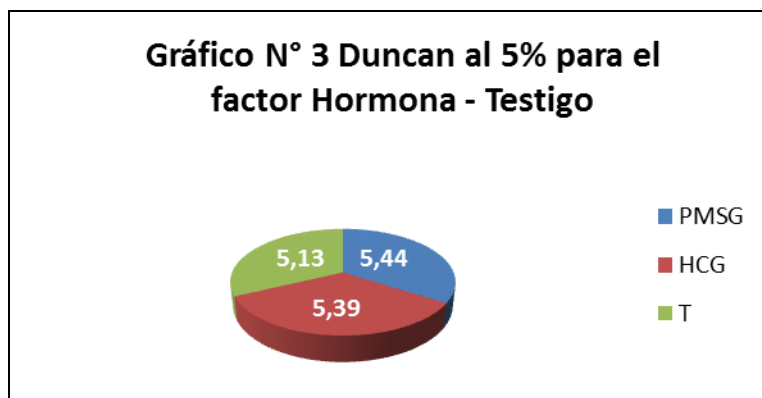
Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



CUADRO N° 1.4. Prueba de Duncan al 5% para el factor
Hormona - Testigo

Hormona + Testigo	PMSG	HCG	T
\bar{x}_b	5,44	5,39	5,13
	a	a	
		b	
			c



Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"

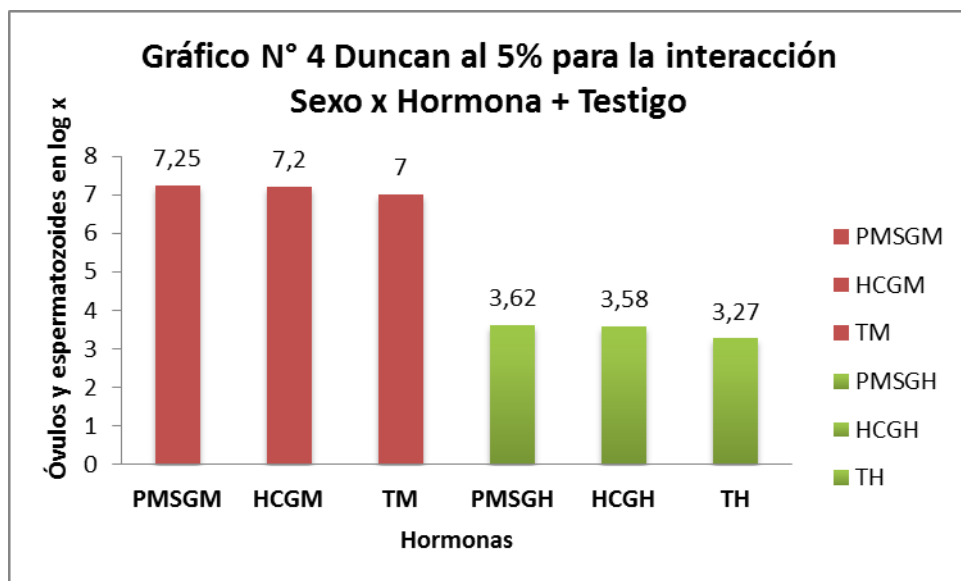


CUADRO N° 1.5. Prueba de Duncan al 5% para la interacción Sexo x Hormona + Testigo.

	E	D	F	B	A	C
Trat	PMSGM	HCGM	TM	PMSGH	HCGH	TH
\bar{x}	7,25	7,20	7,00	3,62	3,58	3,27
	a	a				
		b				
			c			
				d	d	
					e	
						F

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



El ADEVA para el factor Sexo determina diferencias altamente significativas lo que nos indica que el sexo actúa de manera diferente en la producción de óvulos y espermatozoides.

La prueba de DMS al 5% establece dos rangos, en el rango “a” los teleósteos Machos con un valor de (7,15), cantidad obtenida al transformar log x de 14768888,89 y en el rango “b” los teleósteos Hembras con una valor de (3,49), cantidad obtenida al transformar log x de 3273,5,

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



lo que determina que en los teleósteos machos se obtuvo un mayor rendimiento.

El ADEVA para el factor Hormona + Testigo establece diferencias altamente significativas lo que indica que la aplicación hormonal produce una mayor eficiencia en lo referente a la producción de óvulos y espermatozoides.

La prueba de Duncan al 5% establece tres rangos; ubicándose en el rango “a” como el mejor tratamiento la hormona PMSG con un valor de (5,44), cantidad obtenida al transformar $\log x$ de 9203405,08; con un menor rendimiento el rango “ab” para los teleósteos a los que se les aplicó la hormona HCG con un valor de (5,39) cantidad obtenida al transformar $\log x$ de 7929917,75; y el rango “c” al grupo Testigo con un valor de (5,13)

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



cantidad obtenida al transformar $\log x$ de 5024920,75 que no recibió tratamiento alguno, lo que determina que las hormonas aplicadas son factores importantes en la producción de óvulos y espermatozoides, dando una mayor efectividad la aplicación de la hormona PMSG.

El DEVA para la interacción Sexo x Hormona + Testigo establece diferencias altamente significativas, por lo que existe una interdependencia de los factores estudiados.

La prueba de Duncan al 5% para la interacción Sexo x Hormona + Testigo establece seis rangos: ubicándose en primer lugar el rango "a" en el que se encuentran los teleósteos machos que recibieron el tratamiento PMSG con un valor de (7,25), cantidad obtenido al transformar $\log x$ de 18402666, siendo estos los que mejor resultado



ofrecieron; en segundo lugar el rango “ab”, para los teleósteos machos quienes recibieron el tratamiento HCG con un valor de (7,20), cantidad obtenida al transformar $\log x$ de 15856000; en tercer lugar el rango “c” para los teleósteos machos quienes no recibieron tratamiento alguno con un valor de (7,00) cantidad obtenido al transformar $\log x$ de 10048000; en cuarto lugar el rango “d” en los que se encuentran los teleósteos hembras quienes recibieron el tratamiento PMSG con un valor de (3,62), cantidad obtenida al transformar $\log x$ de 4143,5, siendo este el tratamiento que brindó los mejores resultados en el caso de teleósteos hembras; en quinto lugar el rango “de” para los teleósteos hembras quienes recibieron el tratamiento HCG con un valor de (3,58) cantidad obtenida al transformar $\log x$ de 3835,5; y en último lugar el rango “f” para los teleósteos hembras

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



quienes no recibieron tratamiento alguno con un valor de (3,27) cantidad obtenida al transformar $\log x$ de 1841,5.

El ADEVA para las repeticiones resulta ser no significativo (NS) lo que determina que los grupos formados resultaron ser homogéneos.

El Coeficiente de Variación (CV) obtenido es de 1,03%, lo que significa que el experimento se llevo correctamente.



4.2. DISCUSIÓN

Se comprueba el efecto que poseen las hormonas de maduración gonadal y del desove de un mayor número de óvulos, en mejorar la eficiencia de producción de cantidades de óvulos y espermatozoides, provenientes de reproductores tratados hormonalmente.

En nuestra investigación se obtuvo un promedio de espermatozoides aplicando la hormona HCG de 15856000 de esp/ml en el cual se pudo observar un incremento del 54% con respecto al testigo, de igual manera se obtuvo un promedio de 18402667 esp/ml representando un aumento del 62% al aplicar la hormona PMSG. En el caso de las hembras

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



se observó una producción de 3835 en la que presentó un incremento del 91% de huevos al aplicar la hormona HCG, de la misma forma se pudo observar una producción de 4143, en la que se determina un incremento del 93% al aplicar la hormona PMSG. Mediante este análisis se determinó que la hormona PMSG tanto en hembras como en machos fue la que mayor rendimiento presentó.

Estos resultados coinciden con las investigaciones realizadas por Mejía, Rodríguez y López (2009), alcanzando una producción de 26×10^6 espermatozoides/ml luego de haber aplicado HCG a Teleósteos machos y hembras. López; Romero; Ramírez (2004) alcanzando una producción de 40.000 huevos por pez. Y la aplicación de PMSG de la FAO

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



(2000), obtuvieron ganancias de 25%, en comparación con el testigo tanto en hembras y en machos

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos en la presente investigación, se puntualizan las siguientes conclusiones:

1. Las hormonas utilizadas si influyen en la ovulación y producción espermática de la trucha por lo que se aceptó la hipótesis alternativa.

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



2. En lo referente a la aplicación hormonal, la hormona PMSG, resultó ser la más conveniente tanto en teleósteos machos como hembras, para incrementar la producción de óvulos y espermatozoides, respectivamente.
3. Al evaluar la producción de óvulos se obtiene que: la hormona PMSG permite un incremento en valores reales 2143,5 miles de óvulos más que el testigo, equivalente a un 93%, respecto al testigo. La hormona HCG permitió un incremento de 1835,5 miles de óvulos, equivalente a un 91% más que el testigo.
4. Al evaluar la producción de espermatozoides se establece que: la hormona PMSG aplicada a teleósteos machos permite un incremento en valores reales 13402666 millones de

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



espermatozoides / cc, equivalente a un 62%, respecto al testigo. La hormona HCG permitió un incremento de 10856000 millones de espermatozoides / cc, equivalente a un 54% más al compararlo con el testigo.

5. Al extraer el semen se realizó pruebas complementarias en la que se analizó la membrana espermática obteniendo un porcentaje del 84% de células vivas al igual que la motilidad (rango de 1 a 5) ubicándose en 4 dentro del rango con la hormona PMSG.

6. Con la aplicación de HCG se obtuvo un porcentaje del 82% de células vivas al igual que la motilidad (rango de 1 a 5) ubicándose en 4 dentro del rango.

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



7. Se debe aplicar una sola dosis a los machos debido a que estos están sujetos a liberar espermias antes que las hembras ovulen y por la simplicidad del control endócrino comparado con las hembras.



VI. RECOMENDACIONES

De las conclusiones obtenidas en la investigación se llega a las siguientes recomendaciones:

1. Utilización de PMSG, en dosis de 2000 UI en hembras y 1000UI en machos, ya que su efecto farmacológico permite obtener mayor cantidad de óvulos y espermatozoides en relación tanto con la HCG y el testigo.
2. Los animales posteriores a la aplicación de las hormonas deben permanecer con un alto índice de oxigenación para así evitar su muerte.

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



3. Utilizar un tranquilizante para así evitar el estrés de los animales al momento de inyectar los diferentes tratamientos.
4. Es importante el manejo tecnificado en pisciculturas antes del manejo de cualquiera de las hormonas.
5. Capacitación continua de los piscicultores para que conozcan los nuevos avances tecnológicos en la reproducción de los teleósteos.
6. Incentivar a potenciales productores a incursionar en esta actividad, mostrando las bondades que pueden generarse; tanto económicas como sociales.



VII. RESUMEN

La investigación es sobre **“El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”** realizada en el sector Cajas, Cantón Cuenca, Provincia Azuay, donde se desarrolla una explotación intensiva de trucha. Utilizamos 108 hembras y 36 machos, la investigación consistió en aplicar las hormonas a los animales, en las hembras se aplicó dos dosis de 1000 UI de HCG y PMSG con intervalo de 24 hrs., y en los machos se aplicó una dosis de 1000 UI conjuntamente, aplicada con la segunda dosis a las hembras, el desove y extracción de semen se realizó a las 48hrs después de la última dosis. En la parte estadística

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: “El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas”



aplicamos un Diseño de Bloques al Azar (DBA) con los siguientes tratamientos HCG, PMSG y Testigo.

El Análisis de Varianza (ADEVA) determino diferencias altamente significativas entre los Tratamientos (HCG y PMSG) y sus testigos en la cantidad de óvulos y espermatozoides. En las pruebas DMS al 5% para el factor Sexo se determinó que en machos resulto ser el mejor con un valor de 7.15. En la prueba de Duncan al 5% para el factor Hormona – Testigo resulto ser mejor la hormona PMSG obteniendo un valor de 5.44. En la prueba de Duncan al 5% para la interacción Sexo x Hormona + Testigo se demostró que tanto la PMSG en hembras y machos tiene los mejores resultados con valores de 3.62 y 7.25 respectivamente.

VIII. SUMMARY

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Research is on **"The use of HCG and PMSG for**

superovulation and sperm production in rainbow trout in

the area of Cajas" on Cajas sector, Cuenca Canton, Azuay

Province, where it develops an intensive exploitation of trout.

We use 108 females and 36 males, the research was applied

to animal hormones in females was applied two doses of 1000

IU of HCG and PMSG with interval of 24 hrs., And in males

was applied a dose of 1000 IU together with the second dose

applied to females, spawning and semen extraction was

performed at 48 hrs after the last dose. In the statistical apply

a randomized block design (DBA) following treatment with

HCG, PMSG and Witness.

Analysis of variance (ANOVA) determined significant

differences between treatments (HCG and PMSG) and his

witnesses in the amount of eggs and sperm. In tests 5% DMS

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



for Sex factor was determined in males was the best with a value of 7.15. In the Duncan test at 5% for the hormone factor - Witness was better PMSG hormone obtaining a value of 5.44. In the Duncan test at 5% for interaction Sex x Hormone + Witness showed that both female and male PMSG has the best results with values of 3.62 and 7.25 respectively.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. Alvarez Jimenez Fausto, Manual para la Crianza de Truchas. 11^o tomo. Ecuador: Cuenca; 1991.
2. Armario Cristian, Disección de una Trucha Arco iris [sede web]. Curicó: Armario.com; 1996-[acceso el 31 de Julio del 2012]. Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/diseccion-de-una-trucha-arcoiris.html>.



3. Bastardo Hilda, Semen de la trucha arco iris, (*oncorhynchus mykiss*): concentración y volumen durante un periodo reproductivo [sede web]. Venezuela: Bastardo.com; 1992 - [acceso 4 de agosto del 2012]. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/VeterinariaTropical/vt17/texto/hrbastardo.htm
4. Boza Abarca J.; Valverde Chavarria S.; Calvo Vargas; Ramírez Alvarado; Rodríguez Gómez, Inducción Hormonal con suspensión de pituitaria de carpa y HCG en peces [sede web]. Costa Rica: Boza.com; 2011- [acceso 31 de julio del 2012]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-38802011000200002&script=sci_arttext
5. Burgos Mario Alberto, Maduración Gonadal de Hembras [sede web]. Bolivia: Burgos.com; 2003-[acceso 4 de agosto

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



http://www.oceandocs.net/bitstream/1834/3415/1/burgos_a.pdf.

6. Cánepa Maximiliano Martín, Variaciones de la Hormona Hipofisiaria Somatolactina en la adaptación a los Cambios de Coloración del Entorno en Peces [sede web]. Argentina: Cánepa.com; 2010- [acceso 7 de agosto del 2012]. Disponible en :

https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:Q6jW3pTSpBsJ:digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_4631_Canepa.pdf+6.+C%C3%A1nepa+Maximiliano+Mart%C3%ADn,+Variaciones+de+la+Hormona+Hipofisaria+Somatolactina+en+la+adaptaci%C3%B3n+a+los+Cambios+de+Coloraci%C3%B3n+del+Entorno+en+Peces&hl=es&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEEShmlockjzdKazHRvqSw4_FXST5GuB3UJ0L92fLbX9f8loOpdp-

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



f8Z9aZFh7nSwzdOdzO1r1Wgpg1kfl3OXZGqVhOic0F9m83xq
tDKbeq7AxvghFS4&sig=AHIEtbRlib3jFv_LiHpsU-
0oOq2phX5kZQ

7. Carrión Raúl Laíz; Mancera Juan Miguel, Ontogenia de las Células Adenohipofisarias en Teleósteos [sede web]. España: Carrión.com; 2005-[acceso 3 de agosto del 2012]. Disponible en:
<http://www.encuentros.uma.es/encuentros77/adenohipof.htm>
8. Castillo Franco Felipe, Trucha Arco iris [sede web]. Perú: Castillo.com; 2005-[acceso 8 de agosto del 2012]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/75603462/TRUCHA-ARCO-IRIS-Para-Exposicion-1>
9. Cedrola Adrian, El desove de la Trucha, sus ovocitos y la pesca con indicador o línea de hundimiento [sede web].

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Argentina: Cedrola.com; 2011-[acceso 31 de julio del 2012]. Disponible en: <http://querespesca.foroblog.net/t144-el-desove-de-la-trucha-sus-ovocitos-y-la-pesca-con-indicador-o-linea-de-hundimiento>

10. Coffman. Maduración Final en Vitro e in Vivo de los ovocitos de Trucha Arco iris [sede web]. Perú: Coffma.com; 2000-[acceso 11 de agosto del 2012]. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/basic/ramos_m_e/cap1.htm
11. Criscuolo Urbaniti Elisabeth. Bases Biológicas de la Reproducción en Peces Tropicales [sede web]. Colombia: Criscuolo.com; 2005-[acceso 8 de agosto del 2012]. Disponible en: http://elacuario.org/articulosylibrossobrepeces/Reproduccion_peces_tropico.pdf

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



- 12.** Da Silva; Vinatea; Alcantara. Manual de Reproducción de Peces [sede web]. Perú: DaSilva.com; 2000-[acceso 20 de agosto del 2012]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB491S/AB491S01.htm>
- 13.** Daza Piedad Victoria; Landines Miguel Angel; Sanabria Ana Isabel. Reproducción de los Peces en el Trópico [sede web]. Colombia: Daza.com; 2005-[acceso el 15 de agosto]. Disponible en: http://elacuario.org/articulosylibrossobrepeces/Reproduccion_peces_tropico.pdf
- 14.** FAO. Ovulación Inducida e Inseminación Artificial del Bagre Negro. [sede web]. Perú: FAO.com; 2000-[acceso el 1 de agosto del 2012]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC565S/AC565S02.htm>

Buenas Prácticas de Producción Truchícola [sede web].

Bolivia: Gallegos.com; 2010-[acceso el 30 de agosto del 2012]. Disponible en:

<http://es.scribd.com/doc/88631339/Modulo-Buenas-Practicas-Produccion-Truchicola-Puno-2010>

16. Gallo Carmen; Toro Jorge; Monti Gustavo; Paredes

Enrique. Terapias Hormonales Utilizadas en el Control Artificial de la Madurez Sexual e Peces de Cultivo [sede web].

Chile: Gallo.com; 2008-[acceso el 18 de agosto del 2012].

Disponible en:

http://www.veterinaria.uach.cl/archivos_med_vet/pdf/vol40-2.pdf

17. Guarnizo Pineda Melissa. Caracterización Seminal y Ensayos Preliminares de Crioconservación del Semen en

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



30 de agosto del 2012]. Disponible en:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/701/>

18. Harvey Brian; Hoar William. Teoría y Práctica de la Reproducción Inducida en los Peces [sede web]. Colombia: Harvey.com; 2000-[acceso el 5 de agosto del 2012].

Disponible en: [http://idl-](http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/5955/1/42187.pdf)

[bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/5955/1/42187.pdf](http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/5955/1/42187.pdf)

19. Hickman Cleveland; Roberts Larry; Larson Allan. Principios Integrales de Zoología [sede web]. España: Hickman.com; 2002-[acceso el 1 de agosto del 2012].

Disponible en:

[http://www.cometadigital.com/educativos/peces/version_html/](http://www.cometadigital.com/educativos/peces/version_html/menu_html.html)
[menu_html.html](http://www.cometadigital.com/educativos/peces/version_html/menu_html.html)



20. Intervet Internacional. Chorulon [sede web]. Ecuador:

Inervet.com; 2009-[acceso el 3 de agosto del 2012].

Disponible en: http://www.msd-salud-animal.cl/products/chorulon_/020_detalle_de_producto.aspx

21. López Vicente; Romero Jesús; Ramírez José. Inducción del desove con HCG y desarrollo embrionario [sede web].

México: Baja California Sur.com; 2004-[acceso el 10 de agosto del 2012]. Disponible en:

<http://www.rcmarinas.ens.uabc.mx/index.php/cmarias/article/download/.../209>

22. Malca Pretto. Las Pesquería de Aguas Continentales Frías en América Latina [sede web]. Perú:Malca.com; 2000-[acceso el 8 de agosto del 2012]. Disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/008/t4675s/T4675S01.htm>

**23. Mora Verónica; Uyaguari Miguel; Osorio Víctor. Situación**

Actual de las Especies Introducidas en el Ecuador con fines Acuicolas [sede web]. Ecuador: Mora.com; 2004-[acceso el 10 de agosto del 2012]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1550/4/3076.pdf.txt>

24. Muñoz Cueto José Antonio. Control Hormonal de la Reproduccion en Peces [sede web]. España: Muñoz.com; 2011-[acceso el 13 de agosto del 2012]. Disponible en: <http://www.oannes.org.pe/seminariopecespdf/revisiónEndocrinologíaReproductivade peces.pdf>

25. Mejía Narváez Luisa Mercedes; Rodriguez Araujo Claudia Lorena; López Macias Jorge Nelson. Evaluación de la Gonadotropina Coriónica Humana (HCG) a diferentes dosis [sede web]. Colombia: Mejia.com; 2009- [acceso 8 de agosto

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



http://200.21.104.25/vetzootec/downloads/MVZ3%282%29_5.pdf

- 26.** Patiño. Manipulaciones del Sistema Reproductor de los Peces por Medio de Productos Químicos Exógenos [sede web]. México: Patiño.com; 2012-[acceso el 17 de agosto del 2012]. Disponible en:

http://www.mediouralemar.xunta.es/fileadmin/archivos/publicacions/pesca/Genetica_salmon_07_II.pdf

- 27.** Patiño; Sull. Características de la Reproducción en Peces [sede web]. México: Patiño.com; 2012-[acceso 9 de agosto del 2012]. Disponible en:

http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Julio_2011/IF_MARILUZ_FERNANDEZ_FIPA/CAP%20I%20Y%20II.PDF.

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Reproducción de Truchas en Jaulas Flotantes [sede web].

Santa Inés: Puma.com; 2008-[acceso el 12 de agosto del 2012]. Disponible en:

<http://es.scribd.com/doc/51422821/2/ANATOMIA-EXTERNA>

29. Planas Josep. Control Endócrino de la Reproducción [sede web]. Colombia: Planas.com; 2005-[acceso el 11 de agosto del 2012]. Disponible en:

http://elacuario.org/articulosylibrossobrepeces/Reproduccion_peces_tropico.pdf

30. Pt aszniska Mónica. Compendio de Reproducción Animal: Reproducción en los Peces. 9ª edición. Paraguay;2007.

31. Ragash. Manual de Crianza Trucha [sede web]. Perú: Ragash.com; 2009-[acceso el 21 de agosto del 2012]. Disponible en:

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



- 32.** Renés Joaquín. Características Generales de los Peces Forma y Anatomía Externa [sede web]. España: Renés.com; 2012-[acceso el 16 de agosto del 2012]. Disponible en: <http://lagusanadubdepesca.blogspot.com/2012/05/caracteristicas-generales-de-los-peces.html>
- 33.** Saborido Fran. Ecología de la Reproducción y Potencial Reproductivo en las Poblaciones de los Peces Marinos [sede web]. España: Saborido.com; 2008- [acceso el 4 de agosto del 2012]. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/7260/1/Curso%20Ecologia%20reproduccion%20y%20potencial%20reproductivo%20en%20las%20poblaciones%20de%20peces%20marinos.pdf>



34. Sandoval Rodrigo. La historia de la Trucha [sede web].

Chile: Sandoval.com; 2010-[acceso el 6 de agosto del 2012].

Disponible en: <http://www.emol.com/temas/Las-especies-de-truchas-encontradas-en-Chile-hoy-en-dia.asp>

35. Sangucho Verdezota Cristian; Acara Sabrina; Soto Maribel. Anatomía y Fisiología de la Trucha [sede web].

Ecuador: sangucho.com; 2011-[acceso el 9 de agosto del 2012].

Disponible en:

<http://es.scribd.com/doc/92020999/Crianza-y-Manejo-de-Peces>

36. Tabares Carlos; Tarazona Ariel; Olivera Martha.

Fisiología y Activación de Espermatozoide en Peces de Agua

Dulce [sede web]. Colombia: Tabares.com; 2005-[acceso el

26 de agosto del 2012]. Disponible en:

<http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/192>

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"

**37. Valdebenito; Fletcher; Vera; Fernández. Factores**

Fisioquímicos que Regulan la Motilidad Espermática en Peces [sede web]. Chile: Valdebenito; 2009-[acceso el 23 de agosto del 2012]. Disponible en:

http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2009000200002&script=sci_arttext

38. Valdebenito, Paiva; Berland. Atresia Folicular en Peces

Teleósteos [sede web]. Chile: Valdebenito.com; 2011-[acceso el 16 de agosto del 2012]. Disponible en:

http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2011000100003&script=sci_arttext

39. Vinatea J.E.. Inducción Final de Maduración Ovulación y

Espermiación en Peces Cultivados [sede web]. Brasil: vinatea.com; 2000-[acceso el 13 de agosto del 2012].

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB491S/AB491S02.htm>

ANEXOS

Anexo 2. Distribución de las unidades experimentales por bloques y tratamientos

CUADRO N°1. De cada unidad experimental realizado el sorteo al azar

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



	H	M
HCG	HCGH (1)	HCGM (4)
PMSG	PMSGH (2)	PMSGM (5)
TESTIGO	TH (3)	TM (6)

CUADRO N°2. Resultados del sorteo de los tratamientos dentro de bloques (repeticiones) y de las Unidades Experimentales.

REP	III	I	II
------------	------------	----------	-----------

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



TRAT			
1	TH	PMSGH	HCGM
2	TM	PMSGM	PMSGH
3	HCGH	HCGM	TH
4	HCGM	HCGH	PMSGM
5	PMSGM	TM	HCGH
6	PMSGH	TH	TM

CUADRO N° 3. Cantidades reales de óvulos y espermatozoides obtenidos.

Tratamientos	I	II	III
HCG H	3796	3850,5	3860
PMSGH	4006,5	4250,5	4173,5

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



TH	1796	1913,5	1815
HCGM	13760000	16272000	17536000
PMSGM	13104000	19480000	22624000
T M	10608000	9488000	10048000

CUADRO N° 3.1. Producción real de óvulos y
espermatozoides por tratamientos

Tratamien tos	Repeticiones			Σ TRAT.	\bar{x}_i
	I	II	III		
HCGH	3796	3850,5	3860	11506, 5	3835,5
PMSGH	4006,5	4250,5	4173,5	12430, 5	4143,5

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



UNIVERSIDAD DE CUENCA		FAC. DE CIENCIAS AGROPECUARIAS			
TH	1796	1913,5	1815	5524,5	1841,5
HCGM	1376000 0	1627200 0	1753600 0	475680 00	1585600 0
PMSGM	1310400 0	1948000 0	2262400 0	552080 00	1840266 6
TM	1060800 0	9488000	1004800 0	301440 00	1004800 0
Σ REP.	3748159 8,5	4525001 4,5	5021784 8,5		7386081, 08

CUADRO N° 3.2. Incremento en datos reales de Óvulos y Espermatozoides por sexo y tratamiento.

Hormonas	Sexo		Σb	$\bar{x}b.$
	H	M		
HCG	11506,	47568000	47579506,5	7929917,7

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



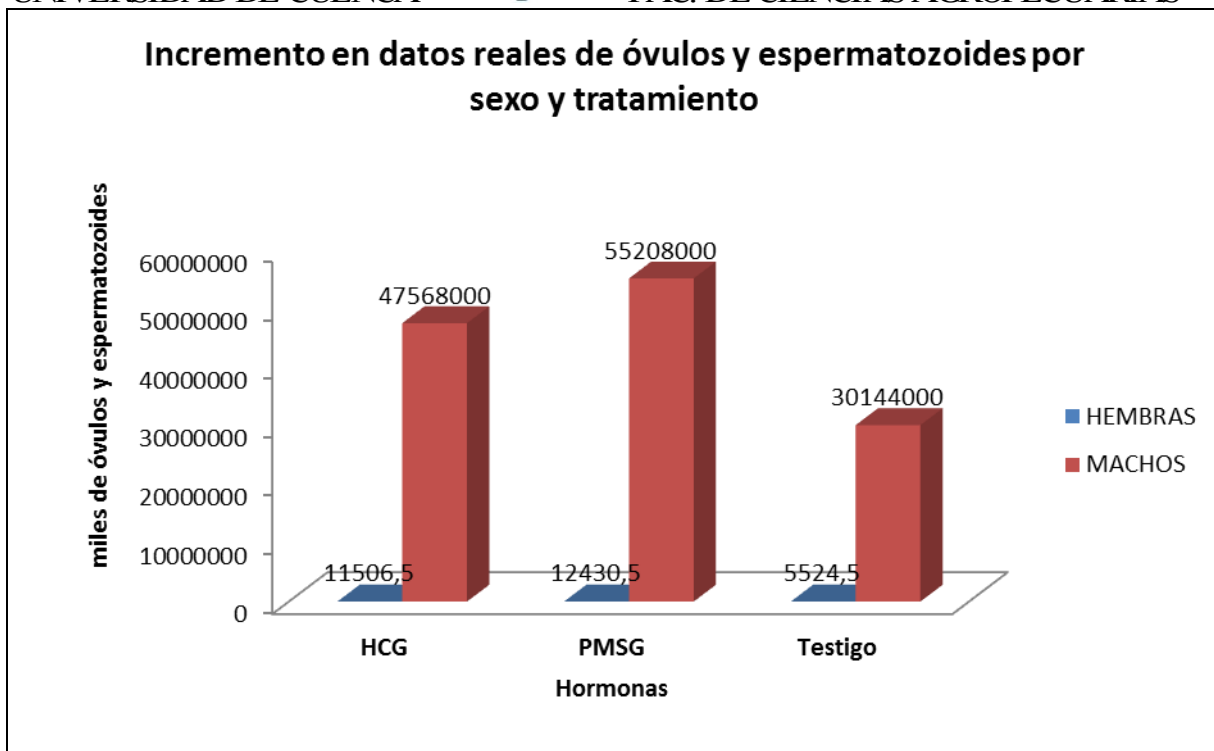
UNIVERSIDAD DE CUENCA

FAC. DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

	5			5
PMSG	12430,5	55208000	55220430,5	9203405,08
Testigo	5524,5	30144000	30149524,5	5024920,75
Σa	29461,5	132920000	132949461,5	
$\bar{x}a.$	3273,5	14768888,89		

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Anexo 3. Fórmulas de la prueba de DMS y Duncan al 5%

CUADRO N° 3.1. Prueba del DMS al 5% para el factor SEXO

$$S\bar{x} = 0.018$$

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



$$=Q(0.05; \\ \text{DMS } 2; \dots 10) S\bar{x}$$

3,15

0,056

Duncan

M-H	3,66	0,056	S
-----	------	-------	---

CUADRO N° 3.2. Prueba de Duncan para el factor Hormona

– Testigo

$$S\bar{x} = 0.022$$

$$=Q(0,05; 2; \\ \text{DMS } 3; \dots 10) S\bar{x}$$

3,15

3,3

0,069

0,073

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Duncan

PMSG- HCG	0,05	0,069	NS
PMSG – T	0,31	0,073	S
HCG – T	0,26	0,069	S

CUADRO N°3.3. Prueba de Duncan al 5% para la interacción
Sexo x Hormona + Testigo

$$S\bar{x} = 0.03$$

$$\text{Duncan} = Q(0,05; 2; 3; 4;$$

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"




5;	6;.....10)	$S\bar{x}$			
			3,15	3,30	3,37
3,43	3,46				
			0,094	0,099	0,101
0,103	0,104				

Duncan

E-D	0,05	0,094	NS
E-F	0,25	0,099	S
E-B	3,63	0,101	S
E-A	3,66	0,103	S
E-C	3,99	0,104	S
D-F	0,20	0,094	S
D-B	3,58	0,099	S
D-A	3,61	0,101	S
D-C	3,94	0,103	S

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"

UNIVERSIDAD DE CUENCA		FAC. DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
F-B	3,38	0,094 S
F-A	3,41	0,099 S
F-C	3,74	0,101 S
B-A	0,03	0,094 NS
B-C	0,36	0,099 S
A-C	0,33	0,094 S

Anexo 4. Efecto de la aplicación de las hormonas HCG y PMSG en teleósteos machos y hembras sobre el incremento de óvulos y espermatozoides

CUADRO N°4.1. Promedios de los valores obtenidos de óvulos y espermatozoides de los teleósteos machos y hembras, e incremento adicional respecto al testigo, de acuerdo al tratamiento, durante la investigación.

Tratamien	Producci	Producci	Incrementen	Δ Respecto al
-----------	----------	----------	-------------	---------------

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



to	ón de referenci a	ón obtenida	to Producci ón	Testigo	
				+P.	%
HCG H	2000	3835.5	1835.5	1677	91
PMSG H	2000	4143.5	2143.5	1985	93
TH	2000	1841.5	158.5		
HCG M	5000000	15856000	10856000	5808000	54
PMSG M	5000000	18402666	13402666	8354666	62
TM	5000000	10048000	5048000		

En el cuadro N°4.1. Podemos observar el incremento de la producción de óvulos y espermatozoides la cual se obtuvo al realizar la diferencia entre producción de referencia y la producción obtenida posterior a la aplicación de las hormonas.

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"

Con respecto al testigo se obtuvieron porcentajes relevantes

los cuales demuestran que, en el caso de la hembras, la Hormona PMSG es la más eficiente ya que se obtuvo un aumento del 93%; quedando en segundo lugar la Hormona HCG con un 91%. En el caso de los machos, la Hormona PMSG es la más eficiente ya que se obtuvo un incremento del 62% quedando en segundo lugar la Hormona HCG con un 54%.

Anexo 5. Construcción de fosas y aplicación de hormonas



Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

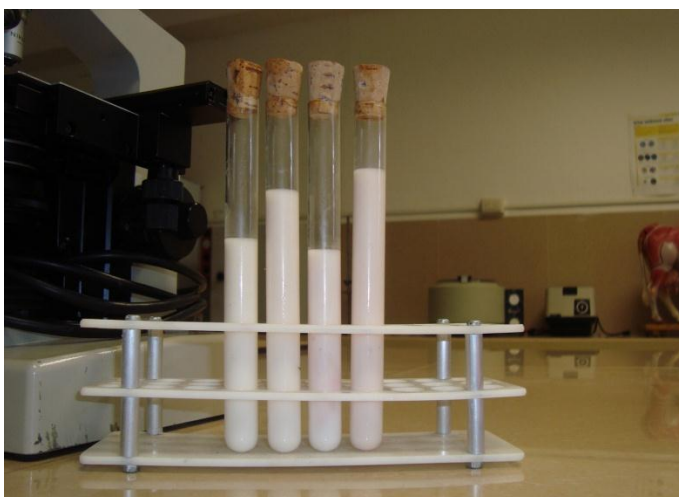
Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Anexo 6. Pruebas de Laboratorio

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

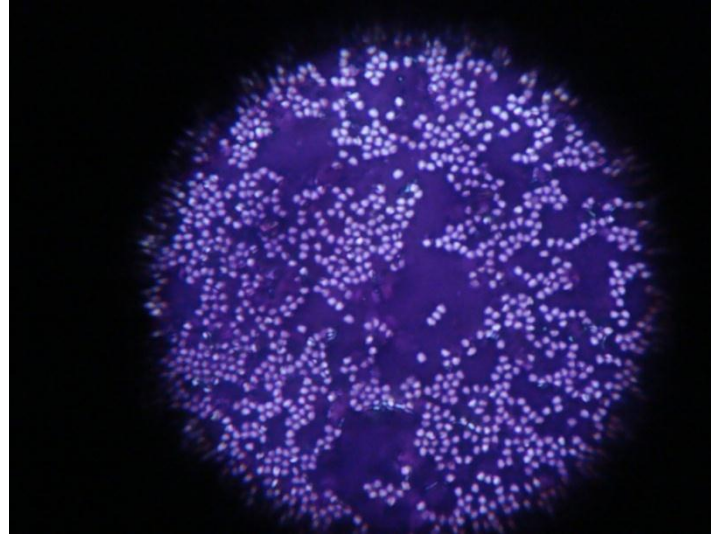
Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Conteo de espermatozoides en la cámara de Neubauer

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



Tinción del semen con Eosina-Nigrosina

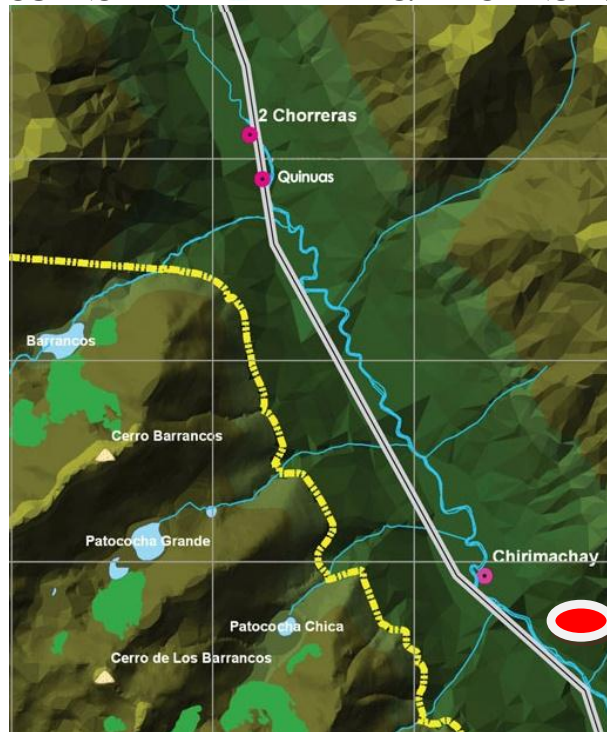
HORMONA	MEMLESPERM	MOTILIDAD
	%	Rango 1-5
HCG	82	4
PMSG	84	4

Resultados de las pruebas complementarias del semen

Anexo 7. Croquis del lugar de investigación

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"



SIMBOLOGIA



Lugar del proyecto a realizarse.

Autoras: Adriana Auquilla/Celia Maldonado

Tema: "El empleo de la HCG y PMSG para la inducción de la superovulación y producción espermática en trucha Arco Iris en la zona del Cajas"
